This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

WIDENER LIBRARY
HX GQ3V /

Sci 818.7

Harvard College Library

FROM

PHYSICAL GEOGRAPHY
LABORATORY,

UNIVERSITY MUSEUM.

1 April, 1901.

SCIENCE CENTER LIBRARY

Digitized by Google

BUCHBINDEREI
JUL. HAGER.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

HARVARD COLLEGE LIBRARY

Das Wetter.

Meteorologische Monatsschrift für Gebildete aller Stände.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. R. Aßmann.
Abtheilungs-Vorsteher im Königl. Preuß. Meteorologischen Institut.

XVII. Jahrgang.
1900.

Berlin.
Verlag von Otto Salle.
1900.

Digitized by Google

Sci 818.7

1901, April 1.
Ph. G. Laboratory

Digitized by Google

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

A

Abflußvorgang, der, der Ströme Memel, Pregel und Weichsel, von Dr. Karl Fischer 265
Adami, Prof. Ein Vorschlag zur Wolkenbeobachtung 86
Aëronautisches Observatorium des Königl. Meteorologischen Instituts, Aus dem, von Richard Aßmann 145, 169
Aßmann, Richard. Die Sonnenstrahlung 1, 54, 81
Aßmann, Richard. Einige Betrachtungen über den Temperaturgang in der ersten Hälfte des diesjährigen Monats Mai 111
Aßmann, Richard. Beiträge zur Erforschung der Atmosphäre mittels des Luftballons (Referat) 140
Aßmann, Richard. Aus dem Aëronautischen Observatorium des Königl. Meteorologischen Instituts 145, 169

B

Berichtigungen: zu S. 141 und 150 . . . . 192; zu S. 166 240
Blitzaufnahmen, von Dr. Grundmann 141
Blitzphotographie, über, von Dr. Grundmann 216
Blitzstrahl, ein vielfacher, von A. E. Kennelly 63
Börnstein, Prof. Dr. R. Eine Verbesserung des telegraphischen Witterungsdienstes 36
Börnstein, Prof. Dr. R. Der wettertelegraphische Dienst für die deutsche Landwirthschaft 164
Brocken und Schneekoppe, Besichtigung der Observatorien auf 192
Brückner, Prof. Dr. Eduard. Über den Einfluß der Schneedecke auf das Klima der Alpen 193, 222

C

Cartesius, Ein unveröffentlichter Brief des, betreffend die Erfindung des Barometers 8

D

Dämmerungsstreifen von A. Stentzel 215

E

Eydam, Dr. Die Telegraphen- und Telephondrähte als Wetterpropheten 19

F

Fischer, Dr. Karl, der Abflußvorgang der Ströme Memel, Pregel und Weichsel 265
Funkenblitz, von A. Sieberg 261

Digitized by Google

Seite

G

Garthe, Hugo. Der verherrende Sturm vom 6. December 1900 in Köln und Umgebung 286
Gewitter und Perlschnurblitze von Prof. Möhl 190
Gewitter von A. Stentzel 213
Grisar, Meteor am 11. November 288
Grundmann, Dr. G. Sonnenringphänomen 141
Grundmann, Dr. G. Sonnenring 90
Grundmann, Dr. G. Blitzaufnahmen 141
Grundmann, Dr. G. Über Blitzphotographien 216

H

Halo, Ein zu Aachen beobachteter, von A. Sieberg 212
Hennig, Dr. R. Sonnenring und Nebensonne 116
Holl, Hermann, Kugelblitz 191
Hübner, Meteor vom 11. November 264

J

Jansen, Meteor vom 11. November 264

K

Kaßner, Dr. C. Der Mistral 25
Kaßner, Dr. C. Wogenwolken 41
Kaßner, Dr. C. Das Meteorologische Observatorium auf der Schneekoppe 97
Kaßner, Dr. C. Meteorologische Beobachtungen auf einer Reise nach Bulgarien 217, 245
Kennelly, A. E. Ein vielfacher Blitzstrahl 63
Klima, Das, der Philippinen von Robert de C. Ward 15
Klimatologie, Über die Methoden der maritimen. Von Dr. W. Meinardus 28, 49
Klimatologie des Großen Belchen, Beiträge zur, von Oberlehrer Wirz 20, 43 66, 92, 117
Kugelblitz, von H. Holl 191

L

Luftfahrten, Wissenschaftliche, ausgeführt vom Deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt in Berlin. Herausgegeben von R. Aßmann und A. Berson (Referat) 238

M

Matthiastag und Witterung 91
Meinardus, Dr. W. Über die Methoden der maritimen Klimatologie 28, 49
Meinardus, Dr. Wilhelm. Übersicht über die Witterung in Centraleuropa vom November 1899 bis Oktober 1900. S. 13, 40, 62 88, 110, 133, 163, 189, 208, 234, 257, 274
Meinardus, Dr. Wilhelm. Rückblick auf die Witterung im Jahre 1899 84
Meteor, glänzendes, vom 11. November, von Hübener 264
" " " " von Jansen 264
" " " " von Schünzel 288
" " " " von Grisar 288
Meteorologische Beobachtungen auf einer Reise nach Bulgarien von Dr. C. Kaßner 217, 245

Digitized by Google

Seite

Mistral, Der, von Dr. C. Kaßner 25
Möhl, Prof. Dr. Gewitter und Perlschnurblitze 190
Müttrich, Prof. Dr. Geh. Reg.-Rath. Über die Einrichtung von Meteorologischen Stationen zur Erforschung der Einwirkung des Waldes auf das Klima 121

N

Niederschlagskarte, Bemerkung zu der 61
Niederschlags- und Temperaturverhältnisse, Die, des südlichen Roergebietes im Jahre 1899 von Dr. P. Polis 104, 127

O

Observatorium, Das Meteorologische, auf der Schneekoppe, von Dr. C. Kaßner 97
Observatorium, Das Meteorologische, auf der Schneekoppe 144
Observatorium, Das Meteorologische, Aachen, von Dr. P. Polis 241

P

Pernter, Prof. Dr. J. M. Wetterschießen 134
Polis, Dr. P. Die Niederschlags- und Temperaturverhältnisse des südlichen Roergebietes im Jahre 1899 . . . . . 104, 127
Polis, Dr. P. Das Meteorologische Observatorium Aachen 241

S

Schneedecke, Über den Einfluß der, auf das Klima der Alpen von Prof. E. Brückner 193, 222
Schubert, Prof. Dr. J. Der Einfluß der Wälder auf das Klima . . 209
Schünzel, Meteor vom 11. November 288
Sieberg, A. Ein zu Aachen beobachteter Halo 212
Sieberg, A. Funkenblitz 261
Sieberg, A., Sonnenringe und Nebensonne, beobachtet am Meteorologischen Observatorium zu Aachen 235
Sieberg, A., Temperaturumkehrungen mit der Höhe zwischen Aachen und Aussichtsthurm im Aachener Walde 276
Sonnenring von J. Weineck 66
Sonnenring von Dr. Grundmann 30
Sonnenring und Nebensonne von Dr. R. Hennig 116
Sonnenringe von C. Veenema 262
Sonnenringe und Nebensonnen, beobachtet am Meteorologischen Observatorium zu Aachen, von A. Sieberg 235
Sonnenringphänomen, von Dr. Grundmann 141
Sonnenstrahlung, Die, von Richard Aßmann 1, 54, 81
Stade, Dr., H., Winterbilder vom Brocken 258, 281
Stentzel, Arthur, Gewitter 213
Stentzel, Arthur, Wolkenschatten 214
Stentzel, Arthur, Dämmerungsstreifen 215
Sturm, Der verheerende, vom 6. Dezember 1900 in Köln und Umgebung, von Hugo Garthe 286

T

Telegraphen- und Telephondrähte, Die, als Wetterpropheten, von Dr. Eydam 19
Temperaturgang in der ersten Hälfte des diesjährigen Mai, Einige Betrachtungen über den, von R. Aßmann 111

Digitized by Google

Seite

Temperaturumkehrungen mit der Höhe zwischen Aachen und Aussichtsthurm im Aachener Walde, von A. Sieberg 276
Thüringen, Die Witterung in, 1899, von Friedrich Treitschke 73
Treitschke, Friedrich. Die Witterung in Thüringen 1899 73
Treitschke, F. Trombe 168
Trombe, von F. Treitschke 168

U

Übersicht über die Witterung in Central-Europa im November 1899 S. 13, December S. 40, Januar 1900 S. 62, Februar S. 88, März S. 110, April S. 133, Mai S. 163, Juni S. 189, Juli S. 208. August S. 234, September S. 257, Oktober S. 274. Dazu Karten der mittleren Isobaren und Isothermen, sowie die Niederschlagsmengen in Central-Europa für jeden Monat.

V

Veenema, C., Sonnenringe 262
Voraussage von Gewittern durch die Photographie 47

W

Wald, Über die Einrichtung von meteorologischen Stationen zur Erforschung der Einwirkung des, auf das Klima, von Prof. Müttrich 121
Wälder, Der Einfluß der, auf das Klima, von Prof. Schubert 209
Ward, de C., Robert. Das Klima der Philippinen 15
Weineck, J. Sonnenring 66
Wetterschießen, von Prof. Dr. J. M. Pernter 134
Wettertelegraphische Dienst, Der, für die Landwirthschaft, von Prof. Dr. Börnstein 164
Winter- und Sommertage 48
Winterbilder vom Brocken, von Dr. Stade 258, 281
Winterkälte und Sonnenflecken 263
Wirz, Oberlehrer, Beiträge zur Klimatologie des Großen Belchen 20, 43 66, 92, 117
Witterung im Jahre 1899, Rückblick auf die, von Dr. W. Meinardus . . 84
Witterungsdienst, Eine Verbesserung des telegraphischen, von Professor Dr. R. Börnstein 36
Wogenwolken, von Dr. C. Kaßner 41
Wolkenbeobachtung, Ein Vorschlag zur, von Prof. Adami 86
Wolkenschatten, von A. Stenzel 214

Digitized by Google

Die Sonnenstrahlung.

Von Richard Aßmann.

Alles was auf unserer Erde vorgeht, im Gebiete der unbelebten wie in dem der belebten Natur, ist in seinen letzten Ursachen, soweit wir diese zu erkennen vermögen, abhängig von dem Centralkörper unseres engeren Weltsystems, von der Sonne. Mit einer unser Fassungsvermögen weit übersteigenden Kraftfülle ausgestattet, strahlt sie nach allen Seiten hin ihre Energie aus, die in Form von Wellen des den Raum zwischen den Himmelskörpern einnehmenden sogenannten „Weltäthers" von den in ihrem Strahlungsbereiche befindlichen Planeten aufgefangen wird; zwar ist dieser von keinem sterblichen Auge bisher gesehen, muß aber aus vielen unabweisbaren Gründen als vorhanden angenommen werden. Nur ein winziger Bruchtheil, etwa ein halbes Milliontel dieser Sonnenenergie trifft unsere kleine Erde — und doch hat dieses genügt, um aus der an Kohlensäure reichen Atmosphäre vor Jahrmillionen den Kohlenstoff abzuscheiden und ihn in Gestalt von mächtigen Steinkohlenlagern für die Zwecke eines kommenden Geschlechtes aufzuspeichern. Und sie genügt auch jetzt noch, in der Vegetation eine unerschöpfliche Kraftquelle zu schaffen für die Lebewesen der Erde, das Wasser von der Erdoberfläche zu heben, das herabfallend und fließend unsere Mühlen treibt, um die Luft in Bewegung zu setzen, die unsere Schiffe durch das Weltmeer führt.

Die Vorgänge im Luftmeer, die uns hier an erster Stelle interessiren, werden vornehmlich durch eine Erscheinungsform der Sonnen-Energie, die Wärmestrahlung, beeinflußt. „Licht und strahlende Wärme sind", wie W. Köppen in einer seiner neuesten Darstellungen treffend ausführt, „von einander nicht mehr verschieden, als hohe und tiefe Töne; es sind Ätherschwingungen verschiedener Wellenlänge. Nur eine einzige Oktave aus der langen Tonleiter dieser Schwingungen vermag unser Auge als Licht zu empfinden. Die tieferen Oktaven erkennen wir als strahlende Wärme und die einzige uns bekannte höhere Oktave wird uns durch ihre photographische Wirkung erkennbar."

Besäße unsere Erde keine Atmosphäre, so würde ihre Oberfläche den vollen Betrag des auf sie entfallenden Theiles der Gesamtstrahlung erhalten. Nach den Untersuchungen Langley's entspricht derselbe für ein Quadratcentimeter und eine Minute der Wärmemenge, welche nöthig ist, um 3 Kubikcentimeter Wasser um 1 Grad zu erwärmen (3 Wärmeeinheiten oder Kalorien). Da der Querschnitt des

Digitized by Google

der Erde zukommenden Strahlenbündels gleich ist einem größten Kreise derselben, und ein solcher den Flächeninhalt eines Viertels der Erdoberfläche besitzt, so würde die gesamte Wärmemenge, welche der Erde im Laufe eines Jahres zugestrahlt wird, mehr als 2 Quadrillionen solcher Wärmeeinheiten betragen und ausreichen, um eine Eisschicht von 54 m Dicke zum Schmelzen zu bringen, welche die ganze Erdoberfläche bedeckte.

Nach Trabert's Untersuchungen würde auf einer solchen Erde ohne Atmosphäre die mittlere Temperatur 46° C betragen, auf ihrer Tagseite würde sie 178°, auf ihrer Nachtseite aber —86° erreichen. Da die Erde eine Kugelgestalt hat, und die Strahlungs-Intensität, wie wir weiter sehen werden, nicht nur von der Entfernung, sondern auch von dem Einfallswinkel der Strahlen abhängt, mußten diese Temperaturen von der geographischen Breite stark beeinflußt werden, sodaß die wärmsten und kältesten Monate folgende Mittelwerthe aufweisen würden:

Breite	Äquator	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	Pol
Wärmster Monat	67°	67°	70°	74°	75°	75°	73°	76°	80°	82°
Kältester Monat	56°	50°	36°	16°	—10°	—45°	—103°	—273°	—273°	—273°

Das Jahresmittel aber würde sein

62°	61°	57°	50°	39°	24°	1°	—43°	—81°	—105°

Daß auf unserer Erdoberfläche dieses eigentliche „solare Klima" mit seinen alles organische Leben ausschließenden Temperaturen nicht herrscht, ist einzig und allein dem Vorhandensein einer Atmosphäre zu verdanken.

Es ist bekannt, daß die Bahn der Erde um die Sonne nicht einen Kreis, sondern eine Ellipse bildet, in deren einem Brennpunkte sich die letztere befindet; hieraus folgt, daß die Entfernung zwischen den beiden Himmelskörpern einem jahreszeitlichen Wechsel unterliegt und, da die Strahlungsintensität sich umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung ändert, auch jene dementsprechende erhebliche Differenzen aufweisen muß. In der That beträgt auch der Unterschied der Intensität der Sonnenstrahlung in den Zeiten der größten Entfernungsunterschiede, d. h. dem 1. Januar, der Sonnennähe, und dem 3. Juli, der Sonnenferne, fast $^1/_{15}$ der gesamten Wärmestrahlung. Daß uns dieser Unterschied nicht direkt fühlbar wird, hat nur darin seinen Grund, weil der niedrige Sonnenstand des nordhemisphärischen Winters den Einfluß der größeren Sonnennähe verdeckt; auf der südlichen Halbkugel, wo die Sonnennähe mit dem hohen Sonnenstande des Sommers zusammenfällt, ist die größere Wärmestrahlungs-Intensität deutlich genug zu bemerken: jeden von der nördlichen Hemisphäre nach Australien kommenden Einwanderer setzt, wie Hann anführt, die starke Temperaturänderung in Erstaunen, die man fühlt, wenn man im südlichen Sommer aus dem Schatten in die Sonne tritt. Man erhält für diesen Unterschied der

Digitized by Google

Strahlung ein angenähertes Maß durch die Betrachtung des scheinbaren Sonnendurchmessers, der ja offenbar mit der Entfernung im umgekehrten Verhältnis steht. So erscheint uns der Halbmesser der Sonnenscheibe am 21. Juni unter einem Winkel von 946 Sekunden, am 21. December aber unter einem solchen von 978 Sekunden.

Der Einfluß, welchen der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auf eine horizontale Fläche ausübt, ergiebt sich aus folgender Überlegung. Ein Bündel senkrecht auftreffender Strahlen breitet sich auf eine immer größer werdende Fläche aus, wenn ihr Einfallswinkel kleiner wird und sie dadurch schiefer auf jene auffallen; bei horizontalen Strahlen, deren Richtung mit der Ebene selbst zusammenfallen würde, müßte deren Flächeninhalt unendlich groß werden. Hiernach ändert sich die Strahlungs-Intensität mit dem Einfallswinkel der Strahlen und zwar im Verhältnis des Sinus der Sonnenhöhe, d. h. desjenigen Winkels, den die Richtung der Strahlen mit der beschienenen Fläche bildet.

Da die Erde eine Atmosphäre besitzt, welche keineswegs der Sonnenstrahlung ein ungehindertes Passiren bis zur Erdoberfläche gestattet, erleiden die angeführten Gesetze ganz wesentliche Änderungen. Die in die Lufthülle eintretenden Sonnenstrahlen werden vielmehr in der mannichfaltigsten Weise von ihrem Wege durch Spiegelung, Beugung, Zerstreuung abgelenkt und auch zu einem beträchtlichen Theile direkt verschluckt. Die erstgenannten Vorgänge bewirken, daß die Sonnenstrahlen von ihrem gradlinigen Wege durch die Atmosphäre abgelenkt und so dem „Verschlucktwerden" in höherem Maße unterworfen werden.

Nach Langley kommen bei senkrechtstehender Sonne, wo der Weg der Strahlen offenbar der kürzest mögliche ist, und klarer, trockener Luft gegen 78% der Strahlung wirklich zur Erdoberfläche hinab, während der Rest in der Atmosphäre hängen bleibt. Die Thatsache aber, daß der Weg durch die Atmosphäre um so länger wird, je mehr sich ihr Einfallswinkel verkleinert, zeigt, daß außer der Sonnenhöhe selbst auch noch diese Weglänge und die hieraus hervorgehende entsprechende Vermehrung der Absorption in Frage kommt. So nimmt die Strahlungs-Intensität mit tiefer sinkender Sonne in einem erheblich rascheren Verhältnisse ab, als dies ohne die Atmosphäre der Fall sein würde.

Zenker hat die relative Dicke der atmosphärischen Schichten berechnet, welche die Sonnenstrahlung bei den verschiedenen Sonnenhöhen zu durchlaufen hat, ehe sie zur Erdoberfläche gelangt und daraus unter Zugrundelegung des oben genannten „mittleren Transmissions-Koëfficienten" Langley's (0.78) die Strahlenmengen abgeleitet, die unter den genannten Verhältnissen durchgelassen werden und eine der Strahlung senkrecht exponirte Fläche treffen. Um aus diesen die Werthe für die Bestrahlung einer horizontalen Fläche zu ermitteln, hat

Digitized by Google

man sie nach Obigem noch mit dem Sinus der Sonnenhöhe zu multipliciren.

Hieraus ergeben sich folgende Relativzahlen, bei denen die einem senkrechten Sonnenstande entsprechende Weglänge = 1 und der hierbei geltende mittlere Transmissions-Koëfficient = 0.78 gesetzt ist.

Sonnenhöhe	0°	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Relative Weglängen . .	44.7	10.8	5.7	2.92	2.00	1.56	1.31	1.15	1.06	1.02	1.00
Wärmeintensität auf eine senkrecht exponirte Fläche	0.0	0.15	0.31	0.51	0.62	0.68	0.72	0.75	0.76	0.77	0.78
Wärmeintensität auf eine horizontal exponirte Fläche	0.0	0.01	0.05	0.17	0.31	0.44	0.55	0.65	0.72	0.76	0.78

Aus den letzten Werthen dieser Tabelle erkennt man den großen Einfluß, den die geographische Breite auf die Bestrahlung der Erdoberfläche ausübt, da sich ihnen die Abnahme des Einfallswinkels mit der außerordentlichen Zunahme der Weglänge kombinirt. Man kann sich auch leicht auf Grund dieser Tabelle ein Bild von dem Verhältnis der mittägigen Strahlungsintensität bei höchstem und bei niedrigstem Sonnenstande machen. Die größte Höhe, welche die Sonne an irgend einem Punkte der Erdoberfläche erreichen kann, nimmt bekanntlich mit der geographischen Breite ab; man kann sie leicht ermitteln, wenn man die geographische Breite kennt, von 90° abzieht und $23^1/_2{}^0$ hinzu addirt. Für Berlin mit $52^1/_2{}^0$ nördlicher Breite würde sich demnach $90 - 52^1/_2 = 37^1/_2 + 23^1/_2 = 61^0$ als größte Mittagshöhe der Sonne zur Zeit der Sommer-Sonnenwende ergeben. Für den niedrigsten mittägigen Wintersonnenstand ergeben sich demnach $37^1/_2 - 23^1/_2 = 14^0$ Höhe. Die Tabelle läßt erkennen, daß der Weg, den die mittägige Wintersonnenstrahlung durch die Atmosphäre zurückzulegen hat (4.0) etwa 3.6 mal länger ist als der des Sommers (1.12); die Wärme-Intensität auf eine horizontal exponirte Fläche aber ist im Sommer (0.66) um 6.6 mal größer als im Winter (0.1). Hieraus ist es auch erklärlich, daß unsere winterliche Sonnenstrahlung durch die größere Sonnennähe keinen merklichen Zuwachs erhält; dieselbe würde, da sie, wie oben gesagt, in den extremsten Fällen einen Unterschied von $^1/_{15}$ der gesamten Strahlung zu Wege bringt, in unserem Falle die Wärme-Intensität am Mittag des 21. December nur von 0.1 auf 0.14 erhöhen.

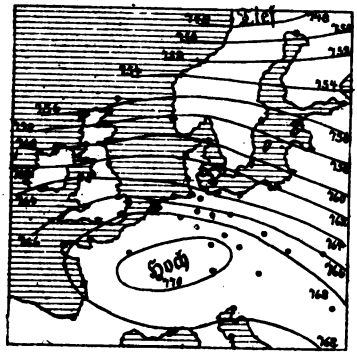
Alle bisher gegebenen Werthe der Strahlungs-Intensität beziehen sich unter der Voraussetzung wolkenlosen Himmels auf die Erdoberfläche, oder genauer gesagt, auf das Meeresniveau; sie werden eine Zunahme erfahren, wenn man etwa an einem hohen Berge oder mittels des Luftballons in der Atmosphäre emporsteigt.

Jedem Bergsteiger und Luftschiffer ist es bekannt, daß in größeren Höhen trotz tiefer Lufttemperaturen die Haut der den Sonnenstrahlen ausgesetzten Körpertheile stark gebräunt, ja direkt „verbrannt" wird: von ihrer Ballonfahrt vom 11. Mai 1894 brachten die Luftschiffer

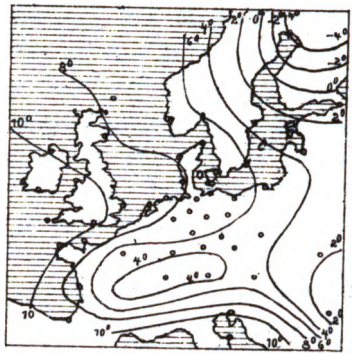
Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.

1900. Heft 1.



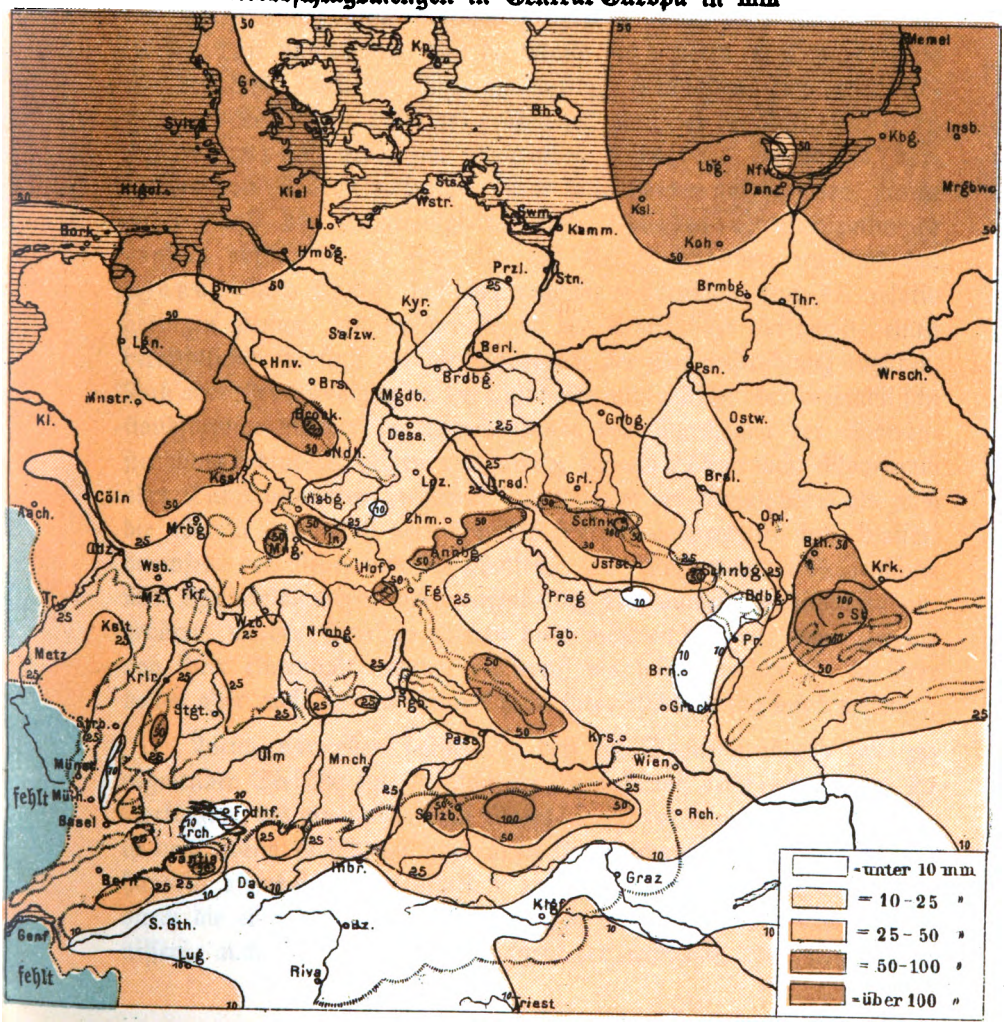
Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen (C°.)

November 1899.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm



Digitized by Google

Digitized by Google

Lieutenant Groß und A. Berson trotz einer Lufttemperatur von — 37°, starke Hautverbrennungen des Gesichtes, des Nackens und der Hände mit herab. Der nächstliegende Grund für die Zunahme der Strahlungsintensität mit der Höhe ist in der Verkürzung des Weges zu suchen, den die Strahlen in der Atmosphäre zurückgelegt haben, ehe sie zur Wirkung gelangen; wichtiger jedoch ist es, daß die tieferen Schichten, die erheblich dichter sind als die höher liegenden, von der Strahlung nicht passirt werden. Außer der eigentlichen Luftdichte kommt aber noch der Umstand in Frage, daß die tieferen Schichten die an Wasserdampf und wohl auch an Kohlensäure reicheren und durch staubförmige Beimengungen beträchtlich mehr als die höheren verunreinigt sind. Vornehmlich scheint der Wasserdampf dem Durchgange der Wärmestrahlung die größten Hindernisse in den Weg zu stellen: Violle hat, wie Hann anführt, aus seinen Messungen ermittelt, daß der Wasserdampf eine fünfmal größere Wärmemenge absorbirt als trockene Luft und daraus, daß die Masse des ersteren im Sommer etwa nur den 380. Theil der Luftmasse beträgt, geschlossen, daß dessen Absorptions-Koëfficient 1900mal größer sei, als jener der Luft. Langley und Angström haben im ultrarothen Theile des Spektrums, dem sogenannten „Wärmespektrum", breite kalte Bänder nachgewiesen, welche zeigen, daß die Erdatmosphäre diese fehlenden Strahlengattungen gänzlich absorbirt und sich also auf Kosten derselben erwärmt hat (Hann). Nach Lecher soll aber auch die Kohlensäure trotz der relativ geringen Menge, mit welcher sie in der Atmosphäre vorkommt, einen beträchtlichen Einfluß auf die Absorption der Sonnenstrahlung ausüben. Daß aber Verunreinigungen der Luft durch mineralische oder vegetabilische staubförmige Körper im hohem Grade den Durchgang der Sonnenstrahlung behindern, zeigen uns sowohl die als Höhenrauch, Moorrauch oder Dunst bekannten „trockenen" Trübungen der Atmosphäre, als auch die hiermit ursächlich verknüpften Kondensationsprodukte des Wasserdampfes, der Nebel und die Wolken. Da Wasserdampf, Kohlensäure und Verunreinigungen aber vornehmlich den unteren Luftschichten angehören, werden Strahlen, die in diese nicht eindringen, ohne Zweifel von ihrer Intensität weniger verlieren, als solche, welche sie in ihrer vollen oder auch nur in einem Theile ihrer Ausdehnung durchmessen.

Wenn wir oben feststellten, daß die Sonnenstrahlung mit zunehmender Seehöhe eine beträchtliche Vermehrung erfährt und wir die Verkürzung des atmosphärischen Weges hierfür verantwortlich machten, so ist doch, wenn es sich um eine nähere Untersuchung dieser Erscheinungen handelt, offenbar darauf Rücksicht zu nehmen, daß, abgesehen von den durch die eben genannten Beimengungen bedingten Durchgangs-Hindernissen, auch die eigentliche „Dichte" der trockenen und ungetrübten

Digitized by Google

Atmosphäre von erheblichem Einfluß sein muß. Bekanntlich nimmt die Luftdichte keineswegs proportional der Höhe, sondern gemäß dem Drucke der Luft ab, wie wir ihn mittels des Barometers messen, außerdem aber noch in gleichem Schritte mit der Erniedrigung der Lufttemperatur. Sehen wir hier von letzterer ab, so finden wir, daß wir, um eine bestimmte Verminderung des Luftdrucks zu messen, uns in immer größere Höhen mit dem Barometer begeben müssen, je weiter wir diese Untersuchung ausdehnen. Wollen wir z. B. die Höhe aufsuchen, in welcher eine Luftdruckabnahme um 100 mm zu finden ist, so müssen wir, von der Erdoberfläche oder dem Meeresniveau aufsteigend, uns zuerst um 1150 m erheben, für die zweiten 100 mm aber schon um 1330 m, für die dritten 1620, die vierten 2010, die fünften 2700 m. Die Absorption der Sonnenstrahlung und demnach auch die durchgelassene Strahlenmenge, d. h. die Strahlungs-Intensität, wird sich daher keineswegs proportional der Höhe, sondern gemäß der Druckabnahme ändern und jede hierauf bezügliche Untersuchung wird eine Beziehung zwischen Luftdruck und Strahlung zum Ausgangspunkt nehmen müssen.

Um derartige Untersuchungen auszuführen, bedarf man geeigneter Meß-Instrumente: an diesen aber fehlt es bislang so sehr, daß man für die verhältnismäßig geringe Aufmerksamkeit, welche man dem hochwichtigen Gegenstande zuzuwenden pflegt, von dessen Verhalten geradezu die Bewohnbarkeit unseres Planeten abhängt, keines anderen Entschuldigungsgrundes bedarf. Die absoluten Messungen, wie sie von Langley, Violle, Crova und Houdaille mittels der subtilsten Apparate, dem Bolometer, Pyrheliometer, Aktinometer und anderen, angestellt worden sind, erheischen ein solches Maß von Experimentirfähigkeit und bedingen so viele Vorkehrungen, daß sie niemals anders als von speciell hierfür vorbereiteten Observatorien ausgeführt werden können.

Das einzige Instrument aber, dessen Handlichkeit eine weitere Verbreitung und regelmäßige Beobachtung gestatten würde, das sogenannte „Schwarzkugelthermometer im Vakuum", leidet an einer derartigen Unsicherheit seiner Angaben, daß es nur unter bestimmten Voraussetzungen zur Gewinnung relativer Strahlungswerthe ausreicht. Bekanntlich besteht dasselbe aus einem in eine thunlichst luftleer gepumpte Glasumhüllung eingeschlossenen Quecksilber-Thermometer, dessen kugelförmiges Gefäß mit einem Überzuge von Ruß bedeckt ist. Die Angaben desselben entsprechen jenem Gleichgewichtszustande der Wärme, bei dem die Kugel des Thermometers ebensoviel Wärme durch die direkten Sonnenstrahlen durch die äußere Glashülle hindurch empfängt, als sie durch Strahlung gegen die letztere selbst abgiebt. Bietet die Glasumhüllung dem Durchgange der Wärmestrahlen möglichst wenig Widerstand, so erhöht sie ihre Temperatur nur unbeträchtlich über die der umgeben-

Digitized by Google

den Luft und deshalb kann der Überschuß der von dem geschwärzten Thermometer angegebenen Temperatur über die mittels einer sicheren Methode gemessene Temperatur der äußeren Luft als ein genähertes Maß gelten für die Intensität, mit der die Sonnenstrahlung durch das Glas hindurch auf die Rußoberfläche des Thermometers einwirkt, und die Angaben des Instrumentes sind von der Dauer der Besonnung und der Höhe der Sonne unabhängig. Aus der Konstruktion desselben aber ergiebt sich ohne weiteres die beträchtliche Beeinflussung seiner Werthe durch die größere oder geringere Wärmedurchlässigkeit der äußeren Glasumhüllung und die Dicke des Rußüberzuges.

Besitzt man mehrere Instrumente dieser Art und vergleicht ihre Angaben, indem man sie unter thunlichst gleichen äußeren Bedingungen gemeinsam der Sonnenstrahlung aussetzt, so kann man immerhin zu relativen Strahlungswerthen gelangen, die von gröberen Fehlern frei und für vergleichende Untersuchungen wohl geeignet sind. Benutzt man für die gleichzeitige Ermittelung der Lufttemperatur ein Aspirationsthermometer, das in der Nähe des Schwarzkugelthermometers aufgestellt ist, so erhält man in den zwischen beiden Apparaten bestehenden Temperaturunterschieden ein brauchbares Maß für die Strahlungs-Intensität in Gestalt der sogenannten „Aktinometrischen Differenz". Da die Glasumhüllung des Thermometers außer der direkten Sonnenstrahlung auch die reflektirte Wärme nahezu ungehindert passiren läßt, wird sich bei einem Zusammenwirken beider eine Summirung des Effektes ergeben, besonders auch aus dem Grunde, daß die reflektirte Strahlung einen Theil des Thermometergefäßes trifft, welcher von der direkten Strahlung unberührt bleibt; die Vergrößerung der bestrahlten Oberfläche des Instrumentes wird demnach zu einer Erhöhung seiner Angaben führen. Hieraus folgt aber, daß nur solche Werthe dieses Instrumentes mit einander vergleichbar sind, die unter gleichen Bedingungen erzeugt wurden.

Eine Reflexion der Sonnenstrahlung tritt aber unter sehr verschiedenen Bedingungen auf: so an einer Wasser- und Schnee-Oberfläche, unter Umständen aber ganz besonders stark an tiefer liegenden und geschlossenen Wolken.

Das vorhandene Beobachtungsmaterial hierüber ist bisher verhältnismäßig spärlich gewesen; erst die neueren wissenschaftlichen Ballonfahrten haben eine nicht unbeträchtliche Erweiterung desselben geliefert und zwar bis zu Höhen hinauf, die weit über die vorher untersuchten hinausgehen. Aus diesen mögen noch einige Beispiele angeführt sein.

Vorweg möge noch daran erinnert werden, daß bei dem Schwarzkugelthermometer wegen der nach allen Seiten gleichen Größe der bestrahlten Oberfläche der Einfluß der Sonnenhöhe als solcher entfällt, vielmehr bei dem Ausschluß reflektirter Strahlung nur die Länge des

Digitized by Google

zurückgelegten Weges in der Atmosphäre und die hierbei angetroffene „thermische Dichtigkeit“ in Frage kommt. Selbstverständlich können Vergleichungen nur unter der Voraussetzung annähernd gleicher äußerer Bedingungen, d. h. bei unbedeckter und unverschleierter Sonne, vorgenommen werden.

Die nebenstehende Tabelle giebt auf Grund von 428 Beobachtungen bei 13 wissenschaftlichen Luftfahrten, die bei völlig wolkenlosem Himmel stattgefunden haben, die Mittelwerthe der „Aktinometrischen Differenzen“ nach Druckstufen und nach Sonnenhöhen geordnet wieder. Da in den Hauptsommermonaten Juni und Juli wolkenlose Tage selten zu sein pflegen, sind für die größten in unseren Breiten erreichbaren Sonnenhöhen keine Werthe vorhanden. B bedeutet den Werth des mittleren Luftdruckes, AD die entsprechende mittlere Aktinometrische Differenz. Die Zusammenstellung lehrt, daß mit ganz verschwindenden Ausnahmen, die nur auf unzureichendem Beobachtungsmaterial beruhen, eine regelmäßige Zunahme der Strahlungs-Intensität sowohl mit abnehmendem Luftdruck als auch mit zunehmender Sonnenhöhe erfolgt.

(Fortsetzung folgt.)

Aktinometrische Differenz nach Druckstufen und Sonnenhöhe geordnet.

Luftdruckstufen	Sonnenhöhe																					
	5°		10°		15°		20°		25°		30°		35°		40°		45°		50°		55°	
	B	AD	B	AD	B	AD	B	AD	B	AD	B	AD	B	AD	B	AD	B	AD	B	AD	B	AD
Erde —700 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	762	21.0	760	22.1	764	28.3	—	—
699—600 mm	—	—	701	15.1	—	—	—	—	706	19.2	700	17.5	—	—	702	23.5	—	—	—	—	—	—
599—500 mm	533	18.9	657	18.1	634	20.9	657	22.5	614	24.1	—	—	642	23.5	644	25.7	642	27.9	608	27.5	—	—
499—400 mm	—	—	546	24.2	547	24.9	539	27.7	540	28.5	506	34.4	541	27.5	553	30.6	530	32.1	556	30.9	555	32.7
399—300 mm	—	—	465	28.7	478	25.6	—	—	497	24.7	452	30.1	438	27.7	492	35.4	473	34.2	464	36.6	443	39.2
299—200 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	911	32.4	345	37.9	351	29.4	—	—	—	—	—	—	373	45.3

Ein unveröffentlichter Brief des Cartesius, betreffend die Erfindung des Barometers.*)

Der Abbé Monchamp, Mitglied der Kgl. Belgischen Akademie und wohlbekannt durch seine interessanten Untersuchungen über Descartes und den Cartesianismus, veröffentlicht im „Bulletin“ dieser Akademie einen Brief des berühmten Philosophen aus der Touraine, welchen man als verloren gegangen und nie publicirt betrachtete und der sich doch in einem zu Paris 1811**) erschienenen und 1842 neuaufgelegten Werke abgedruckt vorfindet.

*) Wir geben im Nachstehenden einen im December-Heft von „Ciel et Terre“ erschienenen, für die Geschichte der Meteorologie sehr interessanten Artikel des Herrn A. Lascaster ohne jede Abkürzung wieder. A. Berson.

**) Pensées de Descartes sur la réligion et la morale. In 8 = vo. — Der Verfasser ist der Abbé Emery.

Digitized by Google

Dieses wenig bekannte — ja eigentlich den Geschichtsschreibern der Physik ganz unbekannt gebliebene — Schreiben ist von hervorragender Wichtigkeit für die Geschichte der Erfindung des Barometers.

Wir geben es hier wieder in möglichst wortgetreuer Übersetzung, begleitet von einigen Zusätzen, mit denen es Abbé Monchamp im obengenannten Bulletin versehen hat.

Schreiben des Descartes an den Pater Mersenne.

Egmond, 13. December 1647.

„Vor einiger Zeit bereits hat mir Herr de Zuglichem die Druckschrift des Herrn Pascal zugeschickt, wofür ich dem Verfasser zu Danke verpflichtet bin, da die Zusendung in seinem Namen geschehen ist*). Es scheint, daß er darin meine Materia subtilis bekämpfen will, und ich bin ihm dafür sehr dankbar; doch bitte ich ihn, es nicht zu unterlassen, seine schärfste Überlegung dieser Frage zu widmen, und es mir nicht zu verargen, wenn ich seinerzeit und an gehöriger Stelle alles auseinandersetze, was ich als zu meiner Vertheidigung geeignet betrachten sollte. Sie verlangen von mir eine Schriftäußerung über die Versuche mit Quecksilber und säumen trotzdem, mich mit ihnen bekannt zu machen, als ob ich sie errathen müßte; allein ich darf mich in solche Wagnis nicht begeben, denn wenn ich die Wahrheit finden sollte, so könnte man meinen, daß ich hier die Experimente gemacht habe, und wenn ich fehlginge, würde dies meinem Rufe abträglich sein; aber wenn Sie mir unumwunden alles mittheilen wollten, was Sie beobachtet haben, so würden Sie mich verpflichten: und sollte der Fall eintreten, daß ich davon Gebrauch mache, so würde ich nicht verfehlen, bekannt zu geben, von wem ich es habe. Ich habe Herrn Pascal gerathen zu versuchen, ob das Quecksilber ebenso hoch steigt, wenn man sich oben auf einem Berge befindet, wie wenn man ganz unten ist; ich weiß nicht, ob er es gethan haben wird; damit wir aber auch wissen können, ob Änderung von Zeit und Ort dabei nichts ausmacht, schicke ich Ihnen einen papiernen Maßstab von zwei einhalb Fuß, worin der dritte und vierte Zoll oberhalb von zwei Fuß in Linien eingetheilt sind, und ich behalte hier einen zweiten ganz ähnlichen, damit wir sehen können, ob unsere Beobachtungen übereinstimmen. Ich bitte Sie deshalb, bei kaltem und bei warmem Wetter zu beobachten, und wenn der Wind aus Norden und aus Süden blasen wird, bis zu welchem Punkte dieses Maßstabes das Quecksilber steigen wird; und damit Sie wissen, daß sich ein Unterschied zeigen wird, und um Sie zu veranlassen, mir gleichfalls alle Ihre Wahrnehmungen offen mitzutheilen, will ich Ihnen sagen, daß am letzten Montag die Höhe des Quecksilbers genau zwei Fuß und drei Zoll be-

*) Gemeint ist das Werkchen von Pascal unter dem Titel: Nouvelles expériences touchant le vide, erschienen in den ersten Tagen des Oktober 1647.

Digitized by Google

trug, nach diesem Maßstab, und daß sie gestern, also am Donnerstag, ein wenig über zwei Fuß und vier Zoll war, heute aber sich wieder um drei oder vier Linien erniedrigt hat. Ich habe eine Röhre, welche an derselben Stelle Tag und Nacht befestigt bleibt, um diese Beobachtungen anzustellen; sie jedoch so zeitig allgemein bekannt zu geben ist nach meinem Dafürhalten nicht nöthig, sondern es wird besser sein, damit zu warten, bis das Buch des Herrn Pascal erschienen ist. Ich würde auch wünschen, daß Sie versuchen, in Ihrem Vacuum Feuer anzuzünden und zu sehen, ob der Rauch nach oben oder nach unten gehen wird, und wie die Gestalt der Flamme ist. Man kann diesen Versuch anstellen, indem man ein Stückchen Schwefel oder Campher an einem dünnen Fädchen im Vacuum aufhängt und es durch das Glasrohr hindurch mit einem Spiegel oder Brennglas anzündet. Ich kann es hier nicht machen, weil hier die Sonne nicht hinreichend brennt, und es ist mir bisher nicht gelungen, Röhre und Gefäß miteinander passend zu verbinden. Es wundert mich, daß Sie die Kenntnis dieses Experimentes vier Jahre bei sich behalten haben, nach dem, was Herr Pascal sagt, ohne mir je ein Wort darüber mitzutheilen, und ohne es je vor diesem Sommer angestellt zu haben; denn sobald Sie mir davon gesprochen hatten, sah ich ein, daß es von Wichtigkeit sei und daß es in hohem Maße dienlich sein könnte zur Verificirung dessen, was ich in Sachen der Physik geschrieben habe.

Ich verbleibe u. s. w. u. s. w."

Dies ist also jener „verlorengegangene" Brief des Cartesius, so hochinteressant für die Geschichte der exakten Wissenschaften und wo zu so klarer Erscheinung gelangen sein Charakter, seine Gesinnung gegen Pascal, sein lebhafter Wunsch, von allem Neuen auf dem Gebiete der Wissenschaft fortlaufend unterrichtet zu bleiben, und, was das Bemerkenswertheste ist, sein Zurückschrecken vor der apriori Verkündigung von Sachen, welche hernach das Experiment Lügen strafen könnte, andererseits aber — wenn sie durch die Erfahrung bestätigt würden — vor dem Rufe sie „vorausgesagt" zu haben, nachdem er bereits vorher die experimentellen Beweise dafür in Händen gehabt hatte.

Man wird bemerkt haben, daß Descartes mittheilt, er habe Pascal den Rath gegeben, „zu versuchen, ob das Quecksilber ebenso hoch steigt, wenn man sich oben auf einem Berge befindet, wie wenn man ganz unten ist."

Zur Zeit, als Descartes an Pascal betreffs dieses zu machenden Versuches schrieb, hatte der letztere ihn noch nicht ausgeführt; am 15. November 1647 jedoch hatte er seinen Schwager Périer gebeten, das Experiment zu Clermont zu versuchen. Man sieht, daß Descartes den Gedanken dieses Versuches als den seinigen reklamirt, oder mindestens

Digitized by Google

ihn Pascal eingegeben zu haben behauptet. Dieser hat in aller Form erklärt, daß die Idee ihm von selbst gekommen wäre. Der vorstehende Brief Descartes beweist in Verbindung mit anderen Zeugnissen, daß Pascal nicht die Wahrheit gesagt hat.

Nach dem klaren Sinn des oben abgedruckten Schreibens erscheint es zweifellos, daß es Descartes am 13. December 1647 nicht nur unbekannt war, daß Pascal an seinen Schwager die Aufforderung zur Vornahme des Versuches auf dem Puy-de-Dôme gerichtet hatte, sondern auch, daß er dies beabsichtigte. Andererseits deutet Pascal im Briefe an seinen Schwager vom 15. November 1647, nach eigener Angabe, sehr augenfällig darauf hin, daß der P. Mersenne von seiner Absicht Descartes Mittheilung gemacht habe. „Auf die Zusicherung hin (daß Sie selber das Experiment auf dem Puy-de-Dôme ausführen wollen) habe ich allen unseren Wissensbegierigen in Paris Hoffnung darauf gemacht, unter anderen auch dem Pater Mersenne, der sich bereits in Briefen nach Italien, Polen, Schweiz, Holland 2c. anheischig gemacht hat über den Ausgang den Freunden Auskunft zu geben, die er sich dort durch seine Verdienste erworben hat."

Man ersieht auch aus dem „inedirten" Briefe, daß Descartes zuerst einen genau getheilten Maßstab am Barometer angebracht, ebenso zuerst daran regelmäßige Beobachtungen angestellt und gleichzeitige Ablesungen an sehr weit entlegenen Orten veranlaßt hat.

Pascal scheint von den Höhenänderungen der Quecksilbersäule an demselben Orte nichts gewußt haben, bis nach der Veröffentlichung des Experimentes von Puy-de-Dôme (welches am 19. September 1648 stattfand). Erst kurz nach diesem Zeitpunkte theilte er Périer etwas darüber mit, wie Périer erzählt: „Nach dem Experimente, welches ich auf dem Puy-de-Dôme ausführte, und worüber sich der Bericht im Vorstehenden findet, schrieb mir Herr Pascal aus Paris nach Clermont, wo ich weilte, daß nicht nur Änderung des Ortes (d. h. der Erhebung), sondern auch die Änderung der Zeit und des Wetters an demselben Orte durch Erhöhung oder Erniedrigung einen verschiedenen Stand des Quecksilbers in den Röhren herbeiführe, je nachdem die Witterung kälter oder wärmer, trockener oder feuchter werde."

Périer sagt weiter, daß er regelmäßige Beobachtungen angefangen habe, sie mit anderen, an entfernten Orten gleichzeitig angestellten verglichen 2c. Kurz, er spricht und handelt, wie es Descartes in unserem und in anderen kürzlich aufgefundenen Briefen angiebt.

Man weiß, daß nach Mersenne's Ableben (1. September 1648) der Freund Pascal's, Roberval, auf die Briefe Descartes' an Mersenne, die sich in der Zelle dieses Ordensbruders vorfanden, Hand gelegt hat.

Digitized by Google

Descartes' Brief über das Barometer scheint jedoch hernach in andere Hände gelangt zu sein, denn, wie Herr Tannery unseres Erachtens nachgewiesen hat, ist er von Lahire nicht in sein Verzeichnis aufgenommen worden, in dessen Besitz die von Roberval bei seinem Tode im Jahre 1675 zurückgelassenen Briefe gekommen waren.

Kurz, wir sind geneigt zu glauben, daß Pascal auch in dieser Sache die Anregung von Descartes empfangen hat.

Wir bringen schließlich in Erinnerung, daß Pascal in der Einleitung seiner Schrift sagt: „Es sind ungefähr vier Jahre her, daß man in Italien die Erfahrung machte, daß eine Glasröhre u. s. w. Als über dieses Experiment von Rom aus an den Pater Mersenne, Paulinermönch zu Paris, berichtet worden war, machte er es in Frankreich im Jahre 1644 bekannt, zur Bewunderung aller Gelehrten und Freunde der Wissenschaft".

Dieser Satz macht das Erstaunen des Carteſius erklärlich, wenn er gegen Ende seines Briefes an Pater Mersenne sagt: „Es wundert mich, daß Sie die Kenntnis dieses Experimentes vier Jahre bei sich behalten haben, nach dem was Herr Pascal sagt, ohne mir je ein Wort darüber mitzutheilen und ohne es je vor diesem Sommer angestellt zu haben".

Diese Unterlassung des für gewöhnlich sehr mittheilsamen Mersenne wird zum Theile verständlich gemacht durch den Mißerfolg seiner Versuche einer Wiederholung des Torricelli'schen Experimentes. Pascal schrieb darüber an Herrn de Ribeyre:

„Der Pater Mersenne versuchte es in Paris nachzumachen und, da es ihm nicht nach Wunsch gelang, stand er davon ab und dachte nicht weiter daran. Seit der Zeit war er in anderen Geschäften in Rom und nachdem er sich dort genau wegen der Art der Ausführung erkundigt hatte, kehrte er, völlig in der Sache unterrichtet, zurück. Als uns diese Neuigkeiten im Jahre 1646 nach Rouen, wo ich damals weilte, gebracht wurden, stellten wir dort das italienische Experiment in Anlehnung an die „Mémoires" des Pater Mersenne an u. s. w."

Diese beiden Berichte Pascals stimmen nicht ganz überein und keiner drückt die genaue Wahrheit aus.

Mersenne, der im Juli 1645 aus Italien zurückgekommen war, versuchte das Experiment auf's Neue mit Herrn Chanut und beide bemühten sich, das Phänomen nachzumachen, aber zunächst fruchtlos. Mersenne wandte sich im September 1646 an Petit; und diesmal hatte er Erfolg (s. Adam, Pascal et Descartes). Trotzdem bleibt es überraschend, daß der Paulinermönch nahezu ein Jahr zögerte mit der Mittheilung der großen wissenschaftlichen, aus Italien angelangten Neuigkeit an Descartes.

Digitized by Google

Sollte Mersenne dem Descartes sein Experiment vom Jahre 1646 geradezu verheimlicht haben?

Das Original des von uns wiedergegebenen Briefes scheint verloren zu sein. Trotz der jüngst angestellten Nachforschungen war es 1898 noch nicht aufgefunden und wir haben nicht gehört, daß es seitdem gelungen wäre, auf seine Spur zu kommen.

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im November 1899.

Der Witterungscharakter des verflossenen November zeigte eine so auffallende Abweichung von dem normalen und so bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten, daß es schwer ist, auf dem engen Raum, der für unsere Witterungsübersichten bestimmt ist, diese Verhältnisse in gebührender Weise zu würdigen. Es wird eine dankbare Aufgabe sein, später, wenn ein größeres Beobachtungsmaterial zur Verfügung steht, die Witterungsgeschichte dieses Monats über einem möglichst ausgedehnten Gebiete der Erdoberfläche eingehend zu behandeln und nach den Ursachen zu forschen, welche eine so lang andauernde Witterungsanomalie hervorriefen.

Ein Blick auf die Karte der Luftdruckvertheilung belehrt den Kenner der normalen November-Isobarenkarte sofort, daß in diesem Monat ganz ungewöhnliche Witterungsverhältnisse über Europa vorgeherrscht haben müssen. Die Luftdruckdifferenzen zwischen Süd und Nord sind hier im Monatsmittel so ungewöhnlich groß, wie sie in der normalen Luftdruckvertheilung keines einzigen Monats des Jahres in meridionaler Richtung auftreten. Einem Luftdrucküberschuß von mehr als 7 mm über Süddeutschland, dem Alpengebiet und Frankreich liegt ein gleich großes Deficit im nördlichen Skandinavien gegenüber. Statt einer normalen Differenz von 8 mm zwischen München und Haparanda, finden wir eine solche von fast 21 mm. Zwischen Vorkum und Bodö (Norwegen) ist die Differenz sogar $4\,^1/_2$ mal größer als im langjährigen Mittel. Von dieser ungewöhnlichen Verschärfung der südnördlichen Gradienten des Luftdruckes wurden allerdings, wie man sieht, besonders die nordeuropäischen Länder betroffen, während Mitteleuropa dem flachgewölbten Kern der Anticyklone angehörte. Nur auf die deutsche Küste griff bisweilen das unausgesetzt stürmische Wetter über, welches die skandinavische Halbinsel und Nordwestrußland im November heimgesucht haben.

Der Witterungsverlauf gestaltete sich folgendermaßen: Das Luftdruckmaximum, welches über Mitteleuropa gelegen, schon Ende Oktober in Verbindung mit niedrigem Luftdruck über ganz Nordwest-Europa, namentlich an der Küste, milde Witterung und Niederschläge verursacht hatte, wurde allmählich nach Südosten zurückgedrängt, gleichzeitig stieg die Temperatur bei schwachen südöstlichen und südlichen Winden außerordentlich hoch und erreichte ihren höchsten Werth am 4. November. Sie sank trotz ziemlich heiteren Himmels am 4. und 5. auch des Nachts nicht unter 10^0 in Mittel- und Süddeutschland. Die Morgentemperaturen lagen mehrere Tage 6^0 über dem normalen Werth. Am 8. und 10. traten über Schottland sehr tiefe Depressionen auf, welche auf ihrer Wanderung nach Osten stürmische und regnerische Witterung an der Küste verursachten. Theilminima davon erzeugten am 11. Sturmböen und Gewitter mit Hagel an der Küste. Ein von Südwesten her vordringendes Maximum verbreitete indes vom 13. ab wieder ruhige Witterung über Mitteleuropa. Seine Lage wechselte meist nur

Digitized by Google

zwischen Mitteleuropa, der Nordsee und England, wodurch einige Temperaturschwankungen sekundärer Natur hervorgerufen wurden. Die Witterung im Norden wurde unterdes bis zum Monatsschluß von einer ununterbrochenen Reihe sehr intensiver Depressionen beherrscht, die über das nördliche Skandinavien nach Finnland und Westrußland zogen. Zum Theil gewannen dieselben auch Einfluß auf den Witterungscharakter unserer Küste und der östlichen Gebietstheile, indem hier häufiger stürmische, aber sehr milde Winde aus südwestlichen und nordwestlichen Richtungen auftraten. Im allgemeinen lagen die Temperaturen gegen Monatsschluß wieder sehr weit über ihren normalen Werthen. Einen auffallenden Gegensatz dazu bildete eine Enklave niedriger Temperatur, die seit dem 23. November über dem centralen Frankreich verharrte und an einigen Morgenterminen durch Temperaturen von weniger als — 5 ° C bezeichnet war. Gleich tiefe Temperaturen traten um diese Zeit nur im äußersten Nordosten des Erdtheils auf, von jenen getrennt durch Gebiete mit Temperaturen von fast 10 ° C.

Der Temperaturüberschuß des Monats war in vielen Gegenden, besonders in Mitteldeutschland, an der Küste, im Westen, sowie auf den britischen Inseln bedeutender, als seit Beginn der meteorologischen Beobachtungen in den Stationsnetzen. An der Küste und in Mitteldeutschland betrug die positive Temperaturabweichung mehr als 4°, nach Süden nahm sie ab, sie war, soweit mir Berichte vorliegen, im südlichen Baden und der Schweiz am kleinsten. Ihren geringsten Betrag hatte sie wahrscheinlich im mittleren Frankreich.

Im äußersten Nordwesten Deutschlands und in Holland war der November vielerorts sogar um einige Zehntel Grade wärmer als der Oktober, ohne daß der letztere Monat nennenswerth kalt gewesen war. Ein solches Verhältnis dürfte in der Witterungsgeschichte jener Gegenden außerordentlich selten sein, denn der normale Temperaturunterschied beider Monate beläuft sich dort auf 5 bis 6 ° C!

Noch deutlicher treten die abnormen Temperaturen des November hervor, wenn man die Pentadenmittel derselben mit denen der vorigen Monate vergleicht. Die erste Pentade (2.—6. November) war fast überall in Deutschland, vornehmlich aber an der Küste und im Westen wärmer, als irgend eine Pentade im voraufgehenden Oktober, ja, an den meisten Orten muß man bis auf die erste Septemberpentade, also um volle zwei Monate zurückgehen, bis man eine gleich hohe Temperatur antrifft, und das in einer Jahreszeit, in der die Abnahme der Temperatur unter normalen Verhältnissen am größten ist.

Die höchsten Temperaturen überschritten am 4. November vielerorts 20 ° C und damit das absolute Maximum des voraufgehenden Oktober. In Südwestdeutschland wurden am 4. Temperaturmaxima von mehr als 22 ° abgelesen. Auch die Minima lagen über dem Durchschnitt, besonders auf den Höhen der süddeutschen Gebirge, wo häufig Temperaturumkehr beobachtet wurde. Die Zahl der Frosttage war dementsprechend klein.

Die Karte der Monats-Isothermen giebt die Temperaturvertheilung am Morgentermin; im Tagesmittel war der Gegensatz zwischen Binnenland und Küste weniger groß (s. Bem. im Oktoberbericht).

Die Niederschläge blieben, abgesehen vom äußersten Nordosten, hinter den normalen zurück, am meisten in den Gebieten, welche auf der Isobarenkarte dem engeren Gebiete der Anticyklone angehörten; hier erreichten sie nicht einmal $^1/_3$ der normalen Mengen, besonders trocken war die Schweiz, das westliche Österreich und Oberitalien. Im Binnenlande fielen die Niederschläge meist in der ersten Dekade des Monats. Die Küste wurde auch sonst zeitweilig von dem vor-

Digitized by Google

herrschend cyklonalen Wetter des Nordens bewährt. Schnee fiel nur an wenigen Orten und in geringen Mengen.

Die Bewölkung war trotz der Vorherrschaft anticyklonalen Wetters ziemlich groß, erheblich größer als im Oktober. Darauf ist es zurückzuführen, daß die nächtliche Ausstrahlung kaum Einfluß auf die Temperatur gewinnen konnte. Indessen bleibt es noch eine offene Frage, weshalb sich, entgegen der sonstigen Erfahrung, auch im centralen Teile der Anticyklone die Bewölkungsziffer so hoch gestellt hat, daß z. B. Karlsruhe nur 22% der möglichen Sonnenscheindauer und sogar 12 Tage ohne jeden Sonnenschein hatte. Dr. W. Meinardus.

Das Klima der Philippinen.

Von Robert de C. Ward-Harvard University.
Mitgetheilt von Hermann Elias in Berlin.

Bei dem großen Interesse, das der Krieg der Amerikaner gegen die mit größter Tapferkeit um ihre Unabhängigkeit kämpfenden Philippinos beansprucht, dürfte es nicht unwillkommen sein, einiges über die großen Schwierigkeiten, die den Amerikanern das Klima bietet, aus der Feder eines amerikanischen Gelehrten zu hören.

de C. Ward erklärt das Klima der Philippinen als ein tropisch-maritimes, d. h. es sind keine bedeutenden Temperaturschwankungen in den Jahreszeiten vorhanden, die mittlere Temperatur ist hoch, die Luft sehr feucht und die Winde sind regelmäßig.

Das Jahr kann meteorologisch in zwei Theile getheilt werden; der erste, der Winter oder die Trockenzeit, von Oktober bis April: Nordost-Monsun vorherrschend, der zweite, der Sommer oder die Regenzeit, Mai bis September unter dem Einfluß des Südwest-Monsuns. Zwischen beiden Jahreszeiten, vor dem Einsetzen des einen oder andern Monsuns treten häufig Windstillen auf, die von heftigen Gewittern begleitet sind. Die Trockenzeit ist zur Führung ihres Namens wohl berechtigt, denn der Nordost-Monsun bringt wenig oder keinen Regen ins Land. Der Boden ist oft so ausgedörrt, daß er in große Risse spaltet; alles ist mit Staub bedeckt und die Vegetation bietet einen traurigen Anblick. Die Regenzeit, ist eine Periode niedrigen Barometerstandes, häufiger Kalmen und sehr dicker Atmosphäre. Heftige Niederschläge fallen jeden Nachmittag, obwohl der Morgen und Abend klar sind; Flüsse und Seen treten aus den Ufern und weite Strecken niedrig gelagenen Landes sind unter Wasser gesetzt. Reisen in dieser Jahreszeit ist fast unmöglich. Die Wege verwandeln sich in Sümpfe und können nur durch Schlitten, von Büffeln gezogen, genommen werden, eine „Schlittenpartie im Schlamm", wie der Autor sich ausdrückt. Die Häuser auf den Philippinen sind mit Rücksicht auf diese Jahreszeit gebaut. Sie stehen auf vier fest in den Boden gerammten Pfählen, sodaß der Fußboden zwei bis drei Meter über der Erde liegt. Viele Eingeborene haben überhaupt keinen festen Wohnsitz, sondern schlagen ihr Laub- oder Rohrzelt je nach Bedarf heute hier, morgen dort auf.

Die Vertheilung des Regens hängt merkwürdiger Weise von topographischen Ursachen ab. Während ein Distrikt trocken ist, wird ein anderer, gar nicht weit entfernter, aber mit anderen topographischen Verhältnissen, vom Regen überflutet. So ist es sonderbarer Weise für einen Reisenden möglich, wenn er seinen Lagerplatz nur gut auswählt, das ganze Jahr über entweder in der Trockenzeit oder in der Regenzeit, nach Wunsch des Betreffenden, zuzubringen.

Digitized by Google

Taifune gehen im Allgemeinen nur über die nördlichen Inseln hinweg und treten dort meist am Ende der Regenzeit, in den Monaten September, Oktober, November auf, sie richten dann aber oft großen Schaden an Schiffen, Häusern ꝛc. an. Glücklicherweise sind diese Stürme selten und kommen fast nie südlich vom 9. Grad N.-B. vor. Professor Worcester notirt eine interessante Sitte der Eingeborenen von Palanog vor dem Sturm. Sind Anzeichen vorhanden, daß ein Taifun ausbricht, so bewaffnen sich die Leute mit „Matchets“*), die an lange Bambusstangen gebunden sind, und schneiden von allen Bananen die Blätter ab, ausgenommen die ganz jungen. Auf diese Weise verhindern sie, daß beim plötzlichen Einsetzen des Sturmes die Bäume umgerissen werden.

Regelmäßige meteorologische Beobachtungen sind nur am Observatorio de Manila von den Jesuiten gemacht worden. Die Regenhöhe ist seit 32 Jahren, die anderen Elemente sind seit 17 Jahren notirt worden. Professor H. A. Hazen, vom Wetterbureau der U. S. A., hat diese Beobachtungen verarbeitet. Man findet dort, daß die Mitteltemperatur des Jahres $26^1/_2{}^0$ ist. Die Monate April, Mai und Juni sind die wärmsten, der Mai der allerwärmste mit 29°, December und Januar sind die kältesten mit 25°. Die höchste Temperatur 38° wurde im Mai beobachtet, die niedrigste $23^1/_2{}^0$ im Januar. Dies giebt eine Amplitude von nur $14^1/_2{}^0$. Die mittlere relative Feuchtigkeit ist 78 %. September hat die größte mit 85 %, April die kleinste mit ca. 70 %. Die jährliche Schwankung ist also auch hier sehr klein. Anders beim Regen. Die mittlere Regenhöhe in Manila ist 1913 mm. Davon kommen 1110 mm oder 57 % auf Juli, August und September und 1289 mm oder mehr als 80 % auf Juni bis Oktober. September mit 381 mm ist der regenreichste Monat. Februar ist der trockenste, mit 12 mm. Die Abweichungen von der normalen Regenhöhe sind sehr bedeutend. Ein Jahr hatte 3073 mm, ein anderes 905 mm; der September hatte einmal 1560 mm, ein andermal nur 51 mm.

Wahrscheinlich werden sich viele, die die obigen Zahlen lesen, wundern, daß die Temperatur in Manila nicht höher ist, und werden denken, eine tropische Hitze ist in Wirklichkeit nicht so schlimm, als sie gemacht wird. Es muß nun daran erinnert werden, daß der Wärmegrad, den der menschliche Körper fühlt, „fühlbare Temperatur“ können wir sagen, absolut nicht dem Stande des Thermometers entspricht, sondern sehr von der Luftfeuchtigkeit abhängt. Luft von 35°, die trocken ist, kann uns viel kühler vorkommen, als gesättigte von 25°. Der Grund ist der, daß die dampfreiche Luft die Feuchtigkeit von der Oberfläche unserer Haut nicht mehr aufzunehmen vermag und so die Verdunstung hindert, die ihrerseits jetzt nicht, wie bei trockener Luft, Abkühlung zur Folge hat. Deswegen die „Backofen-Hitze“ in den Tropen. Als Beispiel des Einflusses der verschiedenen Feuchtigkeit muß hervorgehoben werden, daß in den Südweststaaten Nordamerikas im Sommer Temperaturen herrschen, die 5—8° höher als in den Philippinen sind, die aber doch der größeren Trockenheit wegen den Menschen viel weniger belästigen als die Treibhaus-Temperaturen in Manila.

Die Spanier beschreiben das Klima auf den Philippinen als:

„Seis meses de lodo;
Seis meses de polvo;
Seis meses de todo;“

sechs Monate Schmutz, sechs Monate Staub, sechs Monate beides. Treffender kann es kaum charakterisirt werden. Trotzdem weichen, wie erwartet werden muß, verschiedene Autoren von dieser Meinung ab. So z. B. „Die Unbequemlichkeiten, denen ein Fremder vom Klima ausgesetzt ist, werden oft übertrieben“, oder „December, Januar und Februar ein entzückender Frühling, März, April und Mai eine drückende Hitze, Juni, Juli, August und September schwerer Regen

*) Lange Messer.

Digitized by Google

Oktober und November zweifelhaft, manchmal sehr naß, manchmal schön trocken, kurz, es ist ein Vergnügen dort zu wohnen." Professor Worcester, eine amerikanische Autorität in der Frage sagt in einer Abhandlung über die Philippinen: „Zahlreiche widersprechende Mittheilungen sind kürzlich über das Klima und seinen Einfluß auf den Weißen gemacht worden. „Der eine nennt es „liebenswürdig", ein anderer direkt „mörderisch", ein dritter versichert, „daß für ein tropisches Klima gerade dieses für die weiße Rasse sehr gesund ist", nach einem vierten dagegen „ist es sehr streng und ungesund", er führt als Beweis an, daß es 25% der spanischen Truppen, die 1896 dorthin geschickt wurden, innerhalb 15 Monaten tödtete. Mit Ausnahme des Ersten haben alle Recht, denn wie ein Klima beschaffen sein muß, daß es „liebenswürdig" sein soll, ist ein Räthsel."

Die Krankheit, für die ein Fremder auf den Philippinen besonders inklinirt, ist die Malaria, die hauptsächlich auf Mindoro, Balabac, auf Theilen von Palawan, Mindanao und Luzon heftig auftritt. Mindoro heißt sogar bei den Eingeborenen „des weißen Mannes Grab". Worcester sagt von Mindoro: „Neuerdings ist es berüchtigt wegen des schlechten Charakters seiner Einwohner, wegen seiner gewaltigen Regengüsse und wegen der mörderischen Miasmen in seinen mit Fieber gestraften Tiefebenen." Ebenso ist Balabac außerordentlich ungesund, Malaria und Beri-Beri graffiren dort. Andererseits tritt Malaria sehr wenig auf in Cebu und Siquijor. Trockenlegung des Bodens, Abschlagen der Wälder und Auffüllen der Sümpfe sind beste Hülfsmittel gegen die Malaria, wie schon verschiedentlich in Sulu und Tatan in Tawi-Tawi erprobt wurde. Außer der Malaria sind für die Weißen noch Hitzschlag und Krankheiten der Verdauungsorgane zu fürchten. Das Studium der tropischen Erkrankungen hat gezeigt, daß alle plötzlich heftiger und öfter auftreten, wenn die Regenzeit einsetzt. Die Malaria, dieser Würgeengel der Tropen, beginnt am Anfange der Regenzeit epidemisch zu werden, erreicht ein Maximum am Ende und nimmt in der trockenen Jahreszeit immer mehr und mehr ab. Hitzschlag ist am meisten bei feuchter Luft und Windstille zu fürchten, d. h. während des Ueberganges einer Jahreszeit in die andere, oder auch während der Regenzeit. So auch mit den anderen Krankheiten. Also aus zwei Gründen ist das Klima im Sommer schwer zu ertragen: wegen der großen Hitze und der enormen Feuchtigkeit und wegen der tropischen Krankheiten.

Es ist natürlich unvermeidlich, daß so starke Kontraste in den Jahreszeiten einen entschiedenen Einfluß auf Sitten, Gewohnheiten und auf die Lebensweise der Eingeborenen haben. Die Amerikaner haben ja seit dem Kriege, den sie auf den Philippinen führen, besonderes Interesse daran. Niemand, der auch nur eine Ahnung von einer tropischen Regenzeit hat, wird daran denken können, militärische Operationen von Juni bis Oktober auszuführen. Und trotzdem erschien in allen amerikanischen Zeitungen eine vom kommandirenden General herrührende Mittheilung, „daß der Feldzug gegen die Filipinos mit allen zu Gebote stehenden Mitteln auch während des Sommers fortgesetzt werden soll. Wir werden den Insurgenten durch gewaltsames Überwinden der Hindernisse, die Regen, Flüsse, Seen und Berge bieten, zeigen, daß ihre Meinung, man könnte in der nassen Jahreszeit nicht kämpfen, unwahr ist." Daß diese energisch in Angriff genommene Campagne während des letzten Sommers nicht zur Ausführung gelangt ist, weiß jeder durch die Zeitungen.

Der Schwierigkeiten beim Beginn der Regenzeit wurden die Amerikaner nicht Herr. In den grundlosen, oft zu Seen verwandelten Wegen, auf denen Marschiren nur unter den größten Schwierigkeiten, wenn überhaupt, möglich war, litten die Truppen schrecklich durch die Hitze. Todesfälle durch Sonnenstich waren erschreckend häufig, viel häufiger, als die strenge Censur bekannt machte.

Digitized by Google

Ein Bericht vom 28. April sagt: „Wenn die amerikanischen Truppen die Hitze ebensogut ertrügen wie die Feinde, so wäre es ein leichtes, die Rebellen in die Berge zu treiben und sie dort zu zerstreuen, aber die Soldaten waren so erschöpft, daß mit den Operationen innegehalten werden mußte." Die Ochsen, die die Kanonen und die Bagagewagen zogen, verendeten in großer Zahl. Sie sind überhaupt merkwürdig empfindlich gegen Hitze, denn gegen Mittag legen sie sich einfach nieder und sind durch keinerlei Mittel zu bewegen aufzustehen und zu arbeiten. Nach einem Marsche von einem Tage, immer durch Sümpfe, bis an die Knie im Schlamm und fast unfähig, die Beine aus dem Schmutz zu ziehen, hatten die Truppen einen Weg von sieben oder acht englischen Meilen, d. h. 12—13 km zurückgelegt, in der Stunde also $1^1/_2$ km! Der Kriegskorrespondent des New-Yorker Army and Navy Journal schreibt unterm 8. Juli: „Der Regen hört überhaupt nicht mehr auf. Das ganze Land ist überschwemmt. Die Laufgräben in San Fernando stehen voll Wasser, der Schlamm in den Lagern ist knietief". Und unterm 22. Juli: „Manila ähnelt einer arkansischen Stadt nach einem Frühlingshochwasser. Die Regengüsse, die schon über $^3/_4$ m im Juli ausmachen, haben die Straßen in Kanäle verwandelt, sodaß mit Booten ein lustiger Verkehr von Straße zu Straße unterhalten wird. Wo noch vor ein paar Tagen der Schritt der Wache erklang, plätschern jetzt vergnügt die Riemen im Wasser. Das umliegende Land ist ebenfalls überschwemmt und der amerikanische Soldat weiß jetzt, was es heißt — ein Feldzug in der Regenzeit!" Ein Officier in der Front schreibt: „26. August. Wir gingen in Bivouak bald nach dem Angriff auf Las Pinas. Wir hatten nichts zu essen, nichts worauf wir uns legen konnten, nicht einmal einen Poncho. Ich war so ermüdet, daß ich nicht schlafen konnte und brannte am ganzen Körper, als ob ich Fieber hätte. Als ich gerade einschlafen wollte, öffnete der Himmel seine Schleusen und schien uns ertränken zu wollen. Nach einer Weile erwachte ich und merkte, daß mein Lager sich mit Wasser füllte. Am nächsten Morgen waren wir wieder auf den Beinen und marschirten 6 km durch Reisfelder mit stickigem Schlamm, so zähe, daß ich kaum meine Beine wieder herausbekam. Dann standen wir wieder bis an den Leib in reißendem Wasser, das jedes Marschiren zu einer Qual machte."

Diese Berichte dürften genügen, um einen Begriff von dem Leben zu machen, das die amerikanischen Truppen auf den Philippinen führen. Daß ein regelrechter Feldzug dabei unmöglich ist, liegt auf der Hand. Sogar der Officier, der um jeden Preis den Kampf im Sommer fortsetzen wollte, sagt kleinlaut am 14. Oktober: „Niemand erwartet mehr Thätigkeit — — während der Regenzeit."

Schwere Aufgaben werden noch gelöst werden müssen, wenn an eine Kolonisation der Philippinen gedacht wird. Die Schwierigkeit oder vielmehr die Unmöglichkeit, Weiße in den Tropen zu akklimatisiren, wird die Ansiedlung vieler Amerikaner verhindern. Die wenigen, die dorthin gehen müssen, sei es als Beamte oder Soldaten, werden sehr vorsichtig leben müssen, wenn sie ihre Gesundheit erhalten wollen. Aber Ansiedlungen im großen Maßstabe werden unmöglich sein und die überwiegende Mehrheit wird immer die eingeborene Bevölkerung bilden. Dies wird allerdings vielerlei Unzuträglichkeiten mit sich führen. Uberall, wo die Natur Lebensmittel dem Menschen ohne weiteres bietet, wo man also, so zu sagen, leicht lebt, wird es immer schwer sein, die Leute zu Arbeiten heranzuziehen. Man wird hier viel Arbeiter aus fremden Ländern importiren müssen, denn der Durchschnitt der Eingeborenen ist träge oder höchstens zeitweilig gewillt zu arbeiten, da die Natur alles für ihn schafft; in Siquijor, Bohal und andern Inseln dagegen, wo das Leben schwerer ist, wird rege Industrie getrieben und die Leute sind als Arbeiter sehr gesucht."

Digitized by Google

Die Telegraphen- und Telephondrähte als Wetterpropheten.*)

Vor einiger Zeit (Donnerstag, 30. November v. J.) mußte ich auf einer kleinen Haltestelle der Eisenbahn, in der Nähe eines benachbarten Ortes, wohin ich als Arzt gerufen worden war, warten, um den nächsten Eisenbahnzug zur Rückkehr nach hier zu benutzen. Dicht bei der Wärterbude dieser Haltestelle stehen Telegraphenstangen als Träger vieler Drähte. Da vernahm ich ein tiefes, nicht sehr lautes Tönen derselben, welches mich lebhaft an die mehrjährigen Beobachtungen in dem Orte meines früheren Wirkungskreises erinnerte. Dort stellte ich regelmäßige Beobachtungen des Singens der Telegraphendrähte an, um eine Prognose des Wetters für die nächsten zwei Tage festzustellen. Wie vielleicht Vielen bekannt ist, macht sich das tönende Geräusch der Telegraphendrähte vor dem Eintritte schlechten Wetters bemerkbar. Gegen einen Mitfahrenden äußerte ich nun am obigen Tage meine Ansicht dahin, daß zwei Tage später, am Sonnabend, 2. December, bestimmt schlechtes Wetter eintreten würde. Diese meine Bemerkung wurde mit zweifelndem Lächeln entgegengenommen. Es befremdete mich durchaus nicht, da man ja guten Grund hat, so Vielen, die sich als gelegentliche Wetterpropheten aufwerfen, Mißtrauen entgegenzubringen. Meine Vorhersage erwies sich aber auch dieses Mal als richtig. Nachdem wir uns am Freitag den ganzen Tag des schönsten Wetters zu erfreuen hatten, stellte sich schon am frühen Morgen des Sonnabend etwas Regen ein und diesem folgten den ganzen Tag über Regenschauer mit starkem Winde.

Ich gestatte mir nun, in Anknüpfung obigen kleinen Erlebnisses hiermit auf die Erscheinung des Singens der Telegraphendrähte und die Beziehungen derselben zu dem kommenden Wetter aufmerksam zu machen, und theile im Folgenden meine Beobachtungen mit, einmal, weil ich annehme, daß Manche auf diese Erscheinung nicht aufmerksam geworden sind, dann aber auch, da Jeder durch die Beobachtung des Singens der Drähte sich in erwünschter Weise Aufklärung verschaffen kann, wie sich das Wetter in den nächsten zwei Tagen gestalten wird.

Ich habe bei meinen Beobachtungen festgestellt, daß das Singen und Brummen der Telegraphendrähte immer schlechtes Wetter (Regen, Schnee, Wind oder Sturm) mit Sicherheit anzeigt. Ich beobachtete aber ferner, daß auch die Zeit, wann der Umschlag des Wetters zu erwarten steht, durch die Höhe oder Tiefe der Töne angezeigt wird. Bei tiefem Tönen der Drähte erfolgt jener in 30—48 Stunden, während der hohe, singende, beinahe pfeifende Ton auf den Eintritt schlechten Wetters schon in 6—10 Stunden schließen läßt. Aber auch die Stärke der Töne giebt Anhalt über die Art des kommenden Wetters und zwar, daß je stärker das Singen der Telegraphendrähte ist, das Wetter desto schlimmer wird. Ist z. B. das Singen nur schwach und geschieht es in tiefem Tone, so wird in 30—48 Stunden Regen ohne sehr starken Wind erfolgen; bei sehr starken, hohen pfeifenden Tönen ist in 6—10 Stunden Regen (Schnee) mit Sturm zu erwarten.

Manche Leser erinnern sich wohl noch des mit heftigen Stürmen begleiteten großen Schneefalls dicht vor Weihnachten 1886, eines Wetters, welches in ganz Mitteleuropa auftrat und eine Niederschlagsmenge des geschmolzenen Schnees von nicht weniger als 16.80 Millimeter an einem Tage ergab. In heftigem Schneegestöber begab ich mich am 21. Dezember des erwähnten Jahres in ein Restaurant in einen Bekanntenkreis. Auf dem Wege dahin mußte ich das Bahngeleise überschreiten und kam dabei an Telegraphenstangen vorüber; hier ver-

*) Aus „Braunschweiger Neueste Nachrichten" Nr. 293 III.

Digitized by Google

nahm ich von den Drähten ein außergewöhnlich starkes singendes und pfeifendes Tönen. Ich machte meinen Bekannten Mittheilung über diese Beobachtung mit der Bemerkung, daß das Wetter bald noch viel schlimmer werden würde und zwar binnen wenigen Stunden. Schlimmer kann es ja gar nicht werden, wurde mir zur Antwort; aber meine Aussage erwies sich als richtig; in der Nacht brach ein furchtbares Unwetter mit starkem Schneefall und orkanähnlichem Sturme los, sodaß auf vielen Bahnstrecken Verkehrsstockung eintrat; eine Menge Züge blieben unterwegs liegen. Denjenigen, welche damals durch diese Unfälle an der Weiterreise verhindert wurden und sich deshalb Tage lang in benachbarten Orten einquartiren mußten, wird dieser unfreiwillige Aufenthalt unvergeßlich geblieben sein.

Ich bemerke jedoch weiter, daß recht oft bei sehr stark bewegter Luft auch nicht das geringste Tönen oder Brummen der Telegraphendrähte zu vernehmen ist, umgekehrt, daß bei größter Windstille starkes Singen beobachtet werden kann. Dadurch dürfte die Annahme hinfällig werden, das Tönen der Telegraphendrähte entstehe durch die Bewegung der Luft. Wie überhaupt das Singen der Drähte zu Stande kommt, ist für mich unerklärlich; selbst von Fachmännern der Meteorologie habe ich einen genauen Aufschluß nicht erhalten können.

Dennoch möchte ich nicht verfehlen, auf Grund meiner vieljährigen Beobachtungen auf das singende Geräusch der Telegraphendrähte ganz besonders diejenigen aufmerksam zu machen, für welche es wichtig ist, sich über das in ev. 48 Stunden eintretende Wetter Gewißheit zu verschaffen. Haben mir doch Landwirthe mitgetheilt, die ich auf diese Quelle der Wetterprognose aufmerksam machte, daß sie oft mit gutem Erfolge meine obigen Beobachtungen verwerthet haben. Ebenso dürfte es vielen Anderen oft sehr erwünscht sein, zu wissen, wie sich das Wetter in den nächsten 48 Stunden gestaltet.

Es liegt mir dabei natürlich vollkommen fern, den Werth der auf Grund rein wissenschaftlicher Beobachtung von hervorragenden Männern gegebenen Wetterprognosen durch diese meine Mittheilungen irgendwie abzuschwächen. Beobachte ich doch selbst mit großem Interesse mit meinen Wetterinstrumenten täglich die Wetterlage und mache ich doch seit einer langen Reihe von Jahren meine täglichen genauen Notirungen darüber.

Zu dieser meiner Mittheilung veranlaßt mich auch der Wunsch, daß auch Andere zur weiteren Beobachtung der Telegraphendrähte als Wetterpropheten angeregt werden, denn es ist immerhin möglich, daß sich aus jenen Beobachtungen noch weitere Schlüsse ziehen lassen.

Braunschweig, im December 1899. Dr. Eydam.

Beiträge zur Klimatologie des Großen Belchen (1394 m Höhe).

Von Oberlehrer Wirz.

(Fortsetzung.)

Um auch ein Bild für die Fehlergrenze zu gewinnen, innerhalb deren die bei der Reduktion benutzten Differenzen sich bewegen, wurde mittelst der Gaußschen Formel $w = \pm 0.67449 \times \sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{n(n-1)}}$ *) der wahrscheinliche Fehler der letzteren für den Belchen berechnet.

Es ergaben sich folgende Werthe:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jahr
±0.3	0.4	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.4	0.03

*) Vgl. Meyer: Anleitung zur Bearbeitung meteorologischer Beobachtungen für die Klimatologie. S. 28.

Digitized by Google

Ein immerhin ausreichender Grad der Genauigkeit, wenigstens für die Sommermonate und das Jahr.

Die folgende Tabelle enthält die unreducirten, die der vorletzten Tabelle die unter Benutzung der angegebenen Jahrgänge reducirten Mittelwerthe der Temperatur für die einzelnen Monate und das Jahr. In der vierten Zeile der untenstehenden Tabelle sind ferner noch die Mittel für das Lustrum 1891—95 und in der Zeile 5 die mittleren Abweichungen der Monats- und Jahresmittel vom Gesamtmittel für den Belchen angeführt.

Mittlere Monats- und Jahres-Temperaturen.
(Berechnet aus den einzelnen Monats- und Jahresmitteln.)

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dechr.	Jahr
Belchen (90—92)	—5.9	—4.7	—2.3	2.6	6.0	9.0	10.4	11.0	9.0	3.8	0.4	—3.4	3.0
Gebweiler (90—94)	—0.8	2.1	5.7	10.5	14.0	17.0	18.3	18.4	14.9	9.8	5.0	0.0	9.5
Mülhausen (92—95)	—2.3	0.7	5.1	11.6	13.9	17.5	19.4	19.1	15.5	9.7	6.1	0.9	9.8
Belchen (91—95)	—7.1	—4.5	—2.4	3.1	5.8	9.2	10.7	11.2	9.2	3.9	1.0*	—3.0	3.1
Belchen (90—95) Mittl. Abweichung. v. Mittel	3.0	2.4	1.5	2.2	0.7	0.7	0.8	1.3	1.8	1.3	2.3	1.1	0.4

Normale Monats- und Jahresmittel.
(Reducirt auf die Hann'sche Periode 1851—80.)

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dechr.	Jahr
Belchen (90—95)	—3.6	—2.8	—2.3	2.3	5.7	9.3	11.2	11.1	9.0	4.3	—0.8	—3.1	3.4
Gebweiler (90—94)	1.2	2.6	5.4	10.3	13.7	17.3	19.2	18.5	15.5	10.3	4.3	0.9	9.9
Mülhausen (92—95)	0.6	2.1	5.1	10.3	13.8	17.6	19.6	18.8	15.3	10.1	4.2	0.7	9.9

Bei Betrachtung der Tabelle fällt die längere Andauer der Kälte auf dem Belchen, der steilere Anstieg im Frühjahr und der flachere Verlauf im Sommer auf. Die erstere Erscheinung findet ihre Erklärung in dem Umstand, daß zu beginnendem Frühjahr auf dem Belchen fast der ganze Betrag der Sonnenwärme zur Schneeschmelze verbraucht wird, während im Thale die Gelände bereits den vollwirkenden Sonnenstrahlen ausgesetzt sind. Die längere Andauer der Sonnenwärme aber dürfte dem Einfluß der stärkeren Einstrahlung in der reineren und dünneren, also durchlässigeren Luft der Höhe zuzuschreiben sein.**)

Die periodische Jahresschwankung der Temperatur beträgt:

Belchen (1890—95 reduc.): 14.8°
Gebweiler (1890—94 „): 20.1°
Mülhausen (1892—95 „): 20.2°

Es bestätigt sich auch hier die Thatsache, daß im allgemeinen die jährliche Wärmeschwankung mit der Höhe abnimmt. Der Unterschied derselben für Geb-

*) Der von Dr. Klengel in der Eingangs erwähnten Arbeit angegebene Werth von 0.2° ist wohl dadurch zu erklären, daß in den Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen des Reichslandes für das Jahr 1894 das Novembermittel in Folge eines Druckfehlers mit 2.0° statt mit + 2.0° angegeben ist.

**) Vergl. Dr. Hergesell: Die meteorologischen und klimatischen Verhältnisse Elsaß-Lothringens. Seite 9.

Digitized by Google

weiler und Belchen beträgt 5.3°, für Mülhausen und Belchen 5.4°, so daß sich also auf unserer Gebirgsseite für je 100 m Erhebung im Mittel eine Abnahme der jährlichen Wärmeschwankung von je 0.48° ergiebt.

Um den Einfluß der Höhenlage in unseren Gebirgsgegenden auf die Höhe der Temperatur zu untersuchen, vergleichen wir die Monats- und Jahrestemperaturen des Belchen mit denen der beiden Fußstationen*).

Wir finden folgende Differenzen:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dezbr.	Jahr
Gebweiler-Belchen	4.8	5.4	7.7	8.0	8.0	8.0	8.0	7.4	6.5	6.0	5.1	4.0	6.5
Mülhausen-Belchen	4.2	4.9	7.4	8.0	8.1	8.3	8.4	7.7	6.3	5.8	5.0	3.8	6.5

Daraus ergeben sich im Mittel folgende Temperatur-Abnahmen für je 100 m Erhebung:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr**)
0.43	0.46	0.67	0.71	0.72	0.73	0.73	0.67	0.57	0.53	0.46	0.35	0.58

Für die einzelnen Jahreszeiten:

Frühling	Sommer	Herbst	Winter
0.70	0.71	0.52	0.41

Die durch die Höhenlage bedingte Temperaturabnahme ist demnach für die einzelnen Monate sehr verschieden; der jährliche Verlauf derselben ist ein regelmäßig periodischer, mit einem deutlich ausgeprägten Maximum im Sommer, einem Minimum im Winter.

Die höheren Berglagen sind also im Winter verhältnismäßig wärmer als im Sommer, eine Erscheinung, auf die wir bei der Besprechung der klimatischen Eigenthümlichkeiten des Berggipfels näher eingehen werden.

Die folgende Tabelle giebt ein Bild für die Temperatur-Verhältnisse auf dem Belchen und in Gebweiler zu den einzelnen Beobachtungsterminen; in ihr sind die unreducirten Mittel 7 a, 1 p und 9 p zusammengestellt.

Temperaturmittel für die einzelnen Beobachtungstermine.

Monat	Gebweiler (90—94)			Belchen (90—94)			Belchen (90—95)		
	7a	1p	9p	7a	1p	9p	7a	1p	9p
Januar	—2.2	1.5	—1.2	—5.8	—4.3	—5.4	—6.4	—5.0	—6.1
Februar	0.1	4.9	1.6	—4.0	—2.4	—3.8	—5.3	—3.6	—5.0
März	2.8	9.5	5.3	—3.0	—0.8	—2.2	—3.3	—1.1	—2.4
April	6.8	15.1	9.9	1.8	4.4	2.2	1.8	4.4	2.2
Mai	11.7	18.1	13 1	5.1	8.0	5.4	5.2	8.0	5.4
Juni	14.3	21.3	15.9	8.2	11.0	8.2	8.3	11.2	8.2
Juli	16.1	22.6	17.2	9.7	12.0	9.7	9.7	12.3	9.7
August	15.3	23.2	17.3	10.2	13.1	10.3	10.2	14.0	10.3
September	12.0	19.6	14.1	7.3	9.3	7.9	8.3	10.5	8.6
Oktober	7.8	13.3	9.1	3.4	5.4	3.6	3.1	5.3	3.3
November	3.7	7.3	4.6	—0.6	1.1	—0.4	—0.1	1.6	0.1
December	—1.2	1.8	—0.4	—4.0	—2.4	—3.8	—3.8	—2.4	—3.6
Jahr	7.3	13.2	8.9	2.4	4.5	2.6	2.3	4.5	2.6

*) Es ist zu bedauern, daß keine Station in mittlerer Höhenlage vorhanden, die als Mittelglied zwischen der Fuß- und der Gipfelstation geeignet wäre, eine genauere Untersuchung über den Einfluß des Gebirges auf den Gang der meteorologischen Elemente zu ermöglichen.

**) Die hier gefundenen Monatswerthe stimmen mit keiner der Reihen, die in dem Lehrbuch der Meteorologie von Dr. van Bebber S. 54 für eine Reihe von Gebirgen zusammengestellt sind, vollständig überein. Die Werthe für den

Digitized by Google

Ein Vergleich der beiden Stationen zeigt, daß die Temperatur-Unterschiede zwischen Morgen- (bezw. Abend-) Beobachtungen und den Mittagsbeobachtungen, entsprechend der Größe der Tagesschwankungen überhaupt, auf dem Belchen bei weitem nicht so stark hervortreten wie bei der Thalstation. Besonders die Morgentemperaturen des Belchen sind verhältnismäßig höher als die in Gebweiler. Der Grund hierfür dürfte außer in der bereits erwähnten nächtlichen Abkühlung des Thales durch die nach dort abfließenden kälteren Luftmassen auch noch in dem Umstand zu suchen sein, daß der Berggipfel eher den wärmenden Strahlen der Sonne ausgesetzt ist als die nach Osten durch die vorgelagerten Rücken des Ober- und Unterlingers gegen die ersten Strahlen der Morgensonne abgesperrte Mündung des Lauchthales.

Die Scheitelwerthe der Temperatur.

Die Mittelwerthe der Temperatur für die einzelnen Monate und das Jahr sind keineswegs diejenigen, welche man während des betreffenden Zeitabschnittes am wahrscheinlichsten zu erwarten hat; sie werden in hohem Grade beeinflußt durch die seltener vorkommenden extremen Werthe, die Maximal- und Minimaltemperaturen.

Diejenigen Temperaturgrade, die am häufigsten wiederkehren, die also mit der größten Wahrscheinlichkeit zu erwarten sind, bezeichnen wir nach Meyer*) als Scheitelwerthe der Temperatur.

In der nebenstehenden Tabelle ist für die mittleren Tagestemperaturen auf dem Belchen die Häufigkeit der Beobachtungen in Gruppen von je 1° Umfang angegeben, und zwar, um Kommata zu vermeiden, in der Form, daß jedesmal berechnet worden, wie oft unter 1000 Beobachtungen Temperaturen der betreffenden Gruppe notirt worden sind. Um einen einigermaßen gleichmäßigen Verlauf der Zahlen zu erhalten, wurden dabei die direkten Beobachtungszahlen nach der Formel $M_x = {}^1/_4 (M_{x-1} + 2 M_x + M_{x+1})$ ausgeglichen. Aus den so gewonnenen Zahlen wurden mittels der graphischen Methode die Scheitelwerthe für die einzelnen Monate abgeleitet; sie sind nebst ihren Abweichungen vom arithmetischen Mittel in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Scheitelwerthe der Temperatur auf dem Belchen (90—95). (Tagesmittel).

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Decbr.
Scheitelwerthe	—2.5	—0.7	1.2	—0.3	5.3	10.5	7.7	7.5	11.2	3.8	3.3	—4.5
Differenz gegen arithmet. Mittel: S—A	+3 4	+4.0	+3.5	—2.9	—0.7	+1.5	—2.7	—3.5	+2.2	0.0	+2,9	—1.1

Man sieht, daß die Scheitelwerthe theilweise recht erheblich vom Mittelwerth abweichen; während beispielsweise für den Januar die mittlere Temperatur

---

Belchen zeigen einen noch schärferen Anstieg im Frühjahr, nur die der Alpenstation Schafberg weist einen gleichhohen Sprung von 0.21° vom Februar zum März auf. Sämtliche dort angeführten Gebirge Deutschlands bleiben mit ihrem Maximal-Werth etwas unter dem des Belchen, während im allgemeinen der Jahres-Verlauf der gleiche ist.

Auch die von Dr. Klengel („Das Wetter", Jahrgang 1897. S. 84) für das Riesengebirge, Erzgebirge und den Thüringer Wald berechneten Werthe zeigen eine ähnliche Abweichung von denen des Belchen.

*) Dr. H. Meyer: „Anleitung zur Bearbeitung meteorologischer Beobachtungen für die Klimatologie". S. 15 und 16.

Digitized by Google

—5.9°. beträgt (unreducirt), ist der Temperaturgrad, um den sich die Tagesmittel am dichtesten scharen, der also als Tagesmittel am wahrscheinlichsten ist, —2.5°. Noch schärfer treten die Unterschiede zu Tage, wenn wir nicht die Scheitelwerthe der Tagestemperaturen (die ja auch noch Mittelwerthe sind) berücksichtigen, sondern die einzelnen Terminbeobachtungen. Leider ist es aus äußeren Gründen nicht möglich, die sämtlichen Werthe an dieser Stelle zu veröffentlichen.

Wahrscheinlichkeit der einzelnen Temperaturen auf dem Belchen*).

(In Promillen der Zahl der Beobachtungen. 1890—95.)

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dezbr.
+23.9° bis 21.0								16				
20.9 „ 20.0								10	6			
19.9 „ 19.0							5	16	11			
18.9 „ 18.0					5	6	21	31	22			
17.9 „ 17.0					5	11	32	31	28			
16.9 „ 16.0					5	17	43	37	33			
15.9 „ 15.0					5	22	37	58	44			
14.9 „ 14.0					5	39	43	79	50			
13.9 „ 13.0				5	21	50	64	52	39	5		
12.9 „ 12.0				11	37	72	80	52	61	21		
11.9 „ 11.0				22	47	95	86	**68**	83	37		
10.9 „ 10.0				32	52	106	**86**	89	77	48		
9.9 „ 9.0				38	73	**95**	91	84	**55**	59	11	
8.9 „ 8.0			16	38	84	95	102	89	61	59	28	
7.9 „ 7.0	5			59	84	83	107	110	77	59	39	11
6.9 „ 6.0	11			75	**84**	78	96	89	77	64	45	16
5.9 „ 5.0	5		22	75	94	78	64	47	61	75	56	16
4.9 „ 4.0	11	12	38	65	89	61	32	26	61	86	78	16
3.9 „ 3.0	16	24	49	54	73	39	11	10	55	**91**	95	27
2.9 „ 2.0	26	24	75	**54**	58	33		5	44	75	89	48
1.9 „ 1.0	42	30	102	59	47	22			28	48	73	70
0.9 „ 0.0	53	65	91	75	37				17	43	**67**	86
—0.1 „ —1.0	58	89	75	86	26				11	37	73	86
—1.1 „ —2.0	79	83	70	65	16					32	73	81
—2.1 „ —3.0	85	71	**65**	49	16					32	56	**86**
—3.1 „ —4.0	79	77	70	49	21					37	45	97
—4.1 „ —5.0	58	**83**	65	43	16					32	45	86
—5.1 „ —6.0	**48**	71	49	27						21	39	70
—6.1 „ —7.0	42	60	38	11						16	39	54
—7.1 „ —8.0	37	65	32	5						16	34	43
—8.1 „ —9.0	42	65	22							5	17	32
—9.1 „ —10.0	48	48	22									22
—10.1 „ —11.0	37	30	22									16
—11.1 „ —12.0	32	18	16									16
—12.1 „ —13.0	26	12	16									11
—13.1 „ —14.0	26	18	11									
—14.1 „ —15.0	26	24	11									
—15.1 „ —16.0	21	18	11									
—16.1 „ —17.0	26	6	11									
—17.1 „ —18.0	32	6										
—18.1 „ —19.0	16											
—19.1 „ —20.0	5											
—20.1 „ —21.0	5											

*) Die Zahlen der Gruppe, unter welche das Monatsmittel fällt, sind durch fetten Druck hervorgehoben.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Der Mistral.

Von Dr. C. Kaßner in Berlin.

Ein schreckliches Ereignis, das sich Mitte Januar d. J. in Marseille zutrug, giebt mir Anlaß, den Lesern dieser Zeitschrift, einiges über Ursache und Wirkung mitzutheilen.

Schon in den Schriften des Alterthums finden wir den Mistral erwähnt. So sagt schon Aeschylos vierhundert Jahre v. Chr. Geburt davon, wie dieser Wind zuerst langsam von den Bergen herabkriecht, plötzlich heftig anschwillt und wie ein Räuber hereinbricht mit winterlichem Athem. Auch Gellius spricht von ihm, indem er ihn den in der narbonensischen Provinz Galliens (dem mittelländischen Südfrankreich) berühmten Circius, d. h. einen aus Nordwest-Drittel-Nordwest, also aus W 30° N kommenden Wind nennt. Dieser Name Circius findet sich wieder in der noch jetzt dort zu Lande üblichen Bezeichnung Cers oder Cierce, in Nordspanien Cierco.

Strabo kennt zwar diesen Namen nicht, wohl aber den Wind, von dem er berichtet: „Die ganze, weiterhin gelegene Gegend (Marseille und Rhonemündung) ist den Winden ausgesetzt; ganz besonders aber stürzt sich hierauf ein heftiger und furchtbarer Nordwind, durch den Felsstücke losgebrochen und fortgewälzt, Menschen von den Wagen herabgeschleudert und durch die Sturmesgewalt der Kleider und Waffen beraubt werden." Daher ist es auch begreiflich, daß die dortigen Bewohner in diesem Winde ihren schrecklichsten Feind erblickten und, um ihn zu besänftigen, ihm Altäre errichteten und opferten.

In der Neuzeit kam im Rhonethal das Sprichwort auf:

Das Parlament, der Mistral, und die Durance
Sind die drei Geißeln der Provence.

Gemeint ist hier nicht, wie sonst gesagt wird, das allgemeine französische Parlament, sondern das in Aix 1501 bis 1790 tagende Parlament der Provence; die Durance verheert das Land durch große Überschwemmungen, deren Ursache die Schneeschmelze oder Wolkenbrüche in den Alpen sind.

Von der alten päpstlichen Residenz Avignon im südlichen Rhonethale, das gleichfalls unter dem Mistral zu leiden hat, heißt ein altes lateinisches Wort:

Avenio ventosa
Sine vento venenosa
Cum vento fastidiosa,

Digitized by Google

d. h. das windige Avignon — ohne Wind vergiftend (wegen Hitze), mit Wind unerträglich. In zwei Tagen hat der Mistral im Mai einmal die Blätter frisch belaubter Platanen zerpflückt und die Bäume fast völlig entlaubt (Th. Fischer).

Unmittelbar am Südrande der Stadt Marseille erhebt sich 150 m hoch ein Kalkfelsen von Pflanzenwuchs und Erdboden ganz entblößt, von dem ein Schriftsteller berichtet: „Auf seinen Höhen stand zu Cäsars Zeiten ein dichter, dunkler Hain, dessen eigenthümliche Schauer der römische Dichter Lucanus besingt. Er war mit Recht der alten Zeit unverletzbar heilig gewesen; denn seitdem Cäsars Schaaren diesen alten, düstern Wald, dessen Wundern sich selbst die Priester des Hains mit Furcht nahten, gefällt haben, ist der wohlthätige Erguß der frischen Quellwasser versiegt; der gesunde, heilbringende Aushauch der grünen Zweige und Blätter ist der Stadt genommen, und es ist unmöglich, da auf dem jetzt so kahlen, öden Felsengrate im Zuge des Mistral jemals wieder einen Wald zu erzeugen." Ein Reisehandbuch sagt über denselben Berg: „Wenn der Mistral weht, heraufzusteigen, um das Meer in der (durch den Mistral erregten) wilden Größe seines Kampfes zu sehen, ist nur festen Leuten gestattet." Bläst der Mistral — und er thut es meist, natürlich mit Pausen, viele Tage hindurch, bisweilen sogar mehrere Wochen lang — so wird der Straßenverkehr, zumal abends wegen der damit verbundenen Gefahr möglichst eingeschränkt; Restaurants und Vereinslokale werden dann besonders gern aufgesucht.

In dem östlich von Marseille gelegenen weitbekannten Kurorte Hyères fand man einmal im Fremdenbuch auf dem Schloßberg einen sehr bezeichnenden Vers, den ich hier ins Deutsche übertragen habe:

O wunderbares Thal, du Segen der Natur,
Wo unaufhörlich Blüth' an Blüthe schmückt die Flur —
Selbst noch im Winter! Ja, du wärst ein Ideal,
Wärst du nur ohne Gastwirth, Miethe und Mistral!

Das Verbreitungsgebiet des Mistral ist ein ziemlich ausgedehntes, denn es umfaßt die Riviera, die ganze mittelländische Küste Frankreichs und den nördlichen Theil Spaniens bis etwa zum Ebro. Dieser Wind hat deshalb auch verschiedene Namen: Maestro, Maestrale, Mistral, Mistraou, Magistral, Meistre, die aber alle von demselben lateinischen Worte magister, zu Deutsch „der Meister" abstammen und seine Herrschaft andeuten sollen.

Seiner Natur nach gehört er zu den Fallwinden, d. h. Winden, welche von höheren Gegenden herabstürzen, wie auch Bora und Föhn. Die Ursache kann daher sowohl oben auf den Höhen, wie unten an der Küste und auf dem Meere gesucht werden, oder es können auch beide Ursachen sich vereinigen und dadurch naturgemäß die Wirkung erheblich steigern. Wenn also über dem gebirgigen südlichen Frankreich

Digitized by Google

höherer Luftdruck herrscht als über der Küste, zumal über der steinigen, wüsten Mündungsebene der Rhone (Crau genannt), und über dem Meere, oder wenn eine Depression über letzterem die Luft von jener Gegend herabsaugt, oder wenn sich die Crau sehr stark erwärmt und der aufsteigende Luftstrom ein Nachströmen der kalten Bergluft dorthin veranlaßt, kurz, wenn eine derartige Ursache Nordwestwinde und Nordwinde veranlaßt, werden diese durch die besonderen örtlichen Verhältnisse an der Küste sehr stark auftreten. Denn das untere Rhonethal, wie auch die anderen nach dem Meere sich öffnenden Schluchten und Thäler bilden natürliche Abzugskanäle für die herabkommende kalte Luft, deren Geschwindigkeit durch den gerade an dem Küstensaume stets vorhandenen Temperaturunterschied noch gesteigert wird.

Avignon scheint dem Mistral am meisten ausgesetzt zu sein, aber auch Montpellier hat viel zu leiden, da hier an mehr als 200 Tagen der Magistraon, ein kalter Nordwestwind, beobachtet wird. Hier sieht man vielfach die Bäume nach Südost geneigt stehen und „in der freien Ebene ist man genöthigt, die Gärten durch hohe Wände dicht gepflanzter Cypressen zu schützen". Unter besonderen Witterungszuständen z. B. wenn das Rhonedelta sehr stark erwärmt ist, stärker als das Meer, wird der von NW kommende Mistral durch den gleichzeitig vom Meere wehenden Südwind nach E hin abgelenkt und dringt dann in dem Durancethal aufwärts. Meist aber schlägt der Mistral eine südöstliche Richtung ein nach Marseille. „Hier weht er 175 Tage im Jahre und oft so stürmisch, daß man annimmt, er habe durch die Heftigkeit, mit welcher er die Meereswogen an das Ufer wirft, zu der seit dem Alterthume nachweisbaren, ziemlich bedeutenden Zerstörung der Küste beigetragen und daß zu fürchten ist, er werde auch die neuen Hafendämme zerstören". (Th. Fischer).

Wie stürmisch der Mistral auftreten kann, geht daraus hervor, daß er schon Eisenbahnzüge umgeworfen hat, und lehrt auch der Eingangs erwähnte Unglücksfall in Marseille, über den der „Courrier de Metz" folgendes berichtet:

Eine 75 jährige Dame wollte am 20. Januar d. J. einige Besuche machen und nahm dazu eine Droschke; als sie an der Ecke des in den alten Hafen mündenden Kanals und der Rue Breteuil angelangt war, setzte plötzlich der Mistral ein und warf Droschke und Pferd in das Wasser, das hier eine Tiefe von 8 Metern hat. Der Kutscher konnte noch rechtzeitig abspringen und sich retten. Nach einer halben Stunde mühseliger Versuche gelang es zwar, den Wagen heraufzuziehen, doch war die Dame ebenso wie das Pferd schon todt. Während man noch an der Dame in einer Bäckerei vergebliche Wiederbelebungsversuche anstellte, wurde ein Herr in der draußen harrenden Menge von einem

Digitized by Google

herabgerissenen Dachziegel am Kopfe schwer verwundet und wenige Schritte davon ein 70jähriger Greis umgeworfen und bedenklich verletzt. Sofort erließ der Bürgermeister eine Verfügung, worin in Zukunft den Wagen der Verkehr am Hafen und an den Kanälen während des Mistrals verboten wird. Im Hafen mußten die Ankertaue verdoppelt werden. Nachmittags war es nicht möglich, die Landungsbrücke zu betreten, und die Dampfschiffe mußten ihre Abfahrt Stunden lang verschieben.

Mit der stürmischen Heftigkeit sind die Eigenthümlichkeiten des Mistral jedoch noch nicht erschöpft, denn er ist auch verhältnismäßig kalt und trocken. Zwar sollte man annehmen, daß er als Fallwind ebenso wie der Föhn warm auftreten sollte, indem er sich beim Herabstürzen durch Zusammenpressen erwärmt, jedoch trifft das hier nicht ganz zu. Denn der Mistral erwärmt sich allerdings entsprechend den vorhandenen physikalischen Bedingungen, aber der Temperaturgegensatz zwischen dem Orte seiner Herkunft und dem Küstenlande ist so groß, daß er trotz jener Wärmezunahme doch noch kühler ist, als die Küste und deshalb als kalter Wind empfunden wird. In Hyères hat man das Thermometer durch das Einsetzen des Mistral plötzlich um 7 bis 8° sinken sehen.

Endlich ist er auch ein trockener Wind, da die kühle Gegend, aus der er kommt, naturgemäß einen nur geringen absoluten Feuchtigkeitsgehalt besitzt, der in der wärmeren Luft der Küste noch geringer erscheinen muß und daher hier den Eindruck großer Trockenheit hervorruft, zumal im Gegensatz zur feuchten Seebrise.

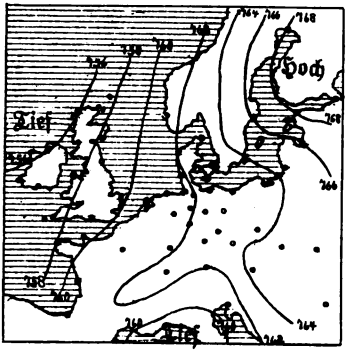
Man darf aber nicht übersehen, daß trotz Allem der Mistral für die dortige Gegend auch sehr nützlich ist, denn er mildert die hohe Temperatur, trocknet den Erdboden aus und reinigt die Luft von Fieberdünsten, wie sie an sumpfigen Küsten meist vorhanden sind.

Ueber die Methoden der maritimen Klimatologie.

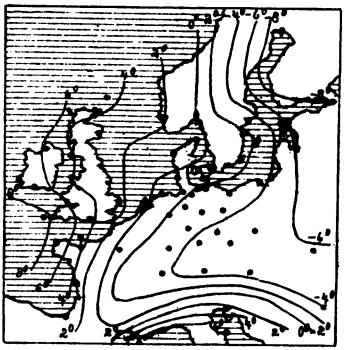
Von Dr. W. Meinardus in Berlin.

Der Naturforscher, welcher in einer Klasse von Naturerscheinungen das Wiederkehrende, Gesetzmäßige zu entdecken, das Bedingte vom Bedingendem zu unterscheiden strebt, stützt seine Untersuchung auf eine Reihe von Beobachtungen, die von ihm selbst oder von anderen in systematischer Weise an jenen Erscheinungen gemacht worden sind. Aber ehe er seine Untersuchung beginnt, hat er die Methode der Beobachtungen einer strengen Kritik zu unterwerfen, d. h. sich darüber zu unterrichten, ob jeder Beobachtungswerth, den er weiter verwenden will, ein exakter Ausdruck der Erscheinung ist, die er darstellen soll. Im

Digitized by Google



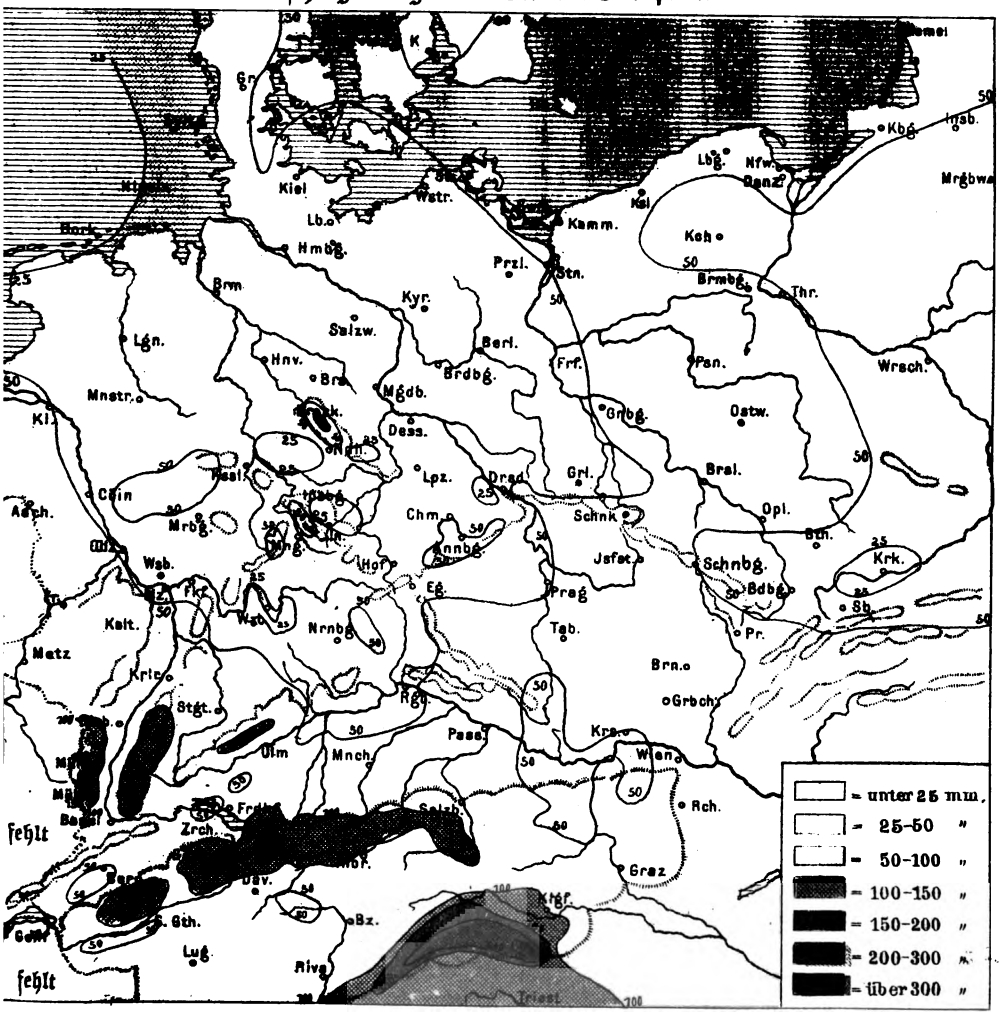
Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen. (C°.)
(8r früh)

December 1899.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

weiteren Verfolg seiner Arbeit hat er zu überlegen und zu prüfen, nach welcher Methode die Einzelbeobachtungen zusammen zu setzen oder mit einander in Beziehung zu bringen sind, um die verborgenen Gesetzmäßigkeiten klar zu Tage treten zu lassen. Diese beiden Thätigkeiten, die Prüfung der Methoden der Einzelbeobachtungen und der Methoden ihrer Verarbeitung sind die unerläßlichen Vorbedingungen für jeden sicheren Fortschritt auf dem Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnis, sie sind auch die Grundlagen der klimatologischen Forschung.

Man kann wohl behaupten, daß es keine naturwissenschaftliche Disciplin giebt, die heutzutage über ein so umfangreiches ausgedehntes Beobachtungsmaterial verfügt und noch täglich durch eine so hohe Zahl von Beobachtungen bereichert wird wie die Klimatologie. In keiner anderen Wissenschaft ist auch durch internationale Übereinkünfte eine solche Einheit in den Methoden der Beobachtungen und in der Art ihrer Bearbeitung und Veröffentlichung erzielt worden. Ein dichtes Stationsnetz bedeckt die civilisirten Staaten, und jede wissenschaftliche Expedition in entlegene und kulturfremde Länder rüstet sich mit meteorologischen Instrumenten aus, um die Kenntnis von den klimatischen Verhältnissen wenig betretener Erdräume anzubahnen oder zu erweitern. An Bord tausender von Schiffen werden täglich zu festgesetzten Stunden meteorologische Beobachtungen gemacht, die in Journalen gesammelt den nautischen Instituten der seefahrenden Nationen zugeführt werden, um zu einer oceanischen Klimatologie oder für die Zwecke der Schifffahrt verarbeitet zu werden.

Bei der ungeheueren Fülle von Beobachtungen, die in den Archiven der meteorologischen Centralanstalten der civilisirten Staaten zusammenfließen, ist es ein Ding der Unmöglichkeit, eine Kritik aller Einzelbeobachtungen durch Vergleichung benachbarter Stationen oder durch andere Methoden konsequent durchzuführen. Man beschränkt sich an den Centralstellen daher in der Regel darauf, durch gelegentliche oder ausgewählte Vergleichungen, durch eine Kritik der Journalführung oder durch Inspektion sich darüber zu unterrichten, ob die Beobachter gewissenhaft nach den Vorschriften der Instruktion verfahren, und ob die Aufstellung der Instrumente einwandsfrei ist oder nicht. Während man auf diese Weise wohl ein Urtheil über die Güte der Beobachtungen an einer festländischen Station erhalten und gegebenenfalls durch eine Verbesserung ihrer Lage oder durch die Wahl eines zuverlässigeren Beobachters die Qualität der Beobachtungen heben kann, ist dieses Verfahren bei den maritimen Beobachtungen nicht in gleichem Maße anwendbar. Man stößt da bei der Beurtheilung der Beobachtungen auf Schwierigkeiten, die zwar zum Theil durch die Geschicklichkeit des Beobachters beseitigt

Digitized by Google

werden können, aber anderentheils dem eigenthümlichen Charakter des Beobachtungsplatzes, des Schiffes, untrennbar anhaften.

Ich möchte meine Kritik der meteorologischen Beobachtungen zur See anknüpfen an eine Besprechung 1) der eigenthümlichen Verhältnisse des maritimen Beobachtungsplatzes, 2) der Beobachtungsmittel und 3) der beobachtenden Personen zur See.

Die Beobachtungsorte auf dem festen Lande sind Punkte mit ganz bestimmten, ein für allemal festzulegenden geographischen Koordinaten. Die Kenntnis der geographischen Länge, Breite und Höhe der Station sind für die klimatologische Betrachtung von höchster Wichtigkeit. Auf dem Meere giebt es nur schwimmende Beobachtungsplätze, die beständig ihren Ort wechseln. Selbst während der Beobachtung bewegt sich der Standort in der Kursrichtung des Schiffes und durch die Wellenbewegung und Strömungen wird noch eine sekundäre Schwankung und Ortsveränderung herbeigeführt.

Die Fahrtbewegung des Schiffes macht für jede Beobachtung die Bestimmung des Ortes nach geographischer Länge und Breite erforderlich. Falls die Bewölkungsverhältnisse es gestatten, wird der Schiffsort ein oder mehrere Male täglich durch astronomische Beobachtung ermittelt. Für die andern Stunden des Tages kann der Ort mit hinreichender Genauigkeit aus der Schiffsgeschwindigkeit und Kursrichtung vermittelst der Loggerechnung interpolirt werden. Gestattet aber die Bewölkung eine Bestimmung des Mittagsortes nicht und bleibt der Himmel mehrere Tage hintereinander verhüllt, so daß keine astronomische Beobachtungen gemacht werden können, so wird die Loggerechnung bis zur nächsten nutzbaren Beobachtung der Gestirne und astronomischen Ortsbestimmung fortgeführt. Logge- und astronomische Rechnung ergeben dann in der Regel eine Differenz, die durch Meeresströmungen verursacht zu sein pflegt, welche das Schiff von seiner Kursrichtung abgetrieben haben. Ist die Differenz groß, so kann eine nachträgliche Berechnung der voraufgehenden Schiffsorte, wo meteorologische Beobachtungen gemacht wurden, sehr unsicher werden. Solche Beobachtungen kann man dann nicht genau auf dem Meere lokalisiren.

Besondere Schwierigkeiten erwachsen ferner aus der Ortsveränderung der Schiffe für die Beobachtung der Windrichtung und Stärke. Eine genaue Bestimmung dieser Elemente ist auf schnellfahrenden Dampfern überhaupt mit der wünschenswerthen Genauigkeit nicht durchzuführen. Die Kapitäne der Segelschiffe haben dagegen ein so großes und stetes Interesse an der Richtung und Stärke der Luftströmungen, daß sie wenigstens die Richtung, schwerer allerdings die Stärke des Windes genau anzugeben vermögen. Denn die letztere ist mit der eigenen Fortbewegung des Schiffes so eng verquickt, daß hier bei verschieden

Digitized by Google

gebauten Schiffen die Schätzung der bewegenden Windkraft sehr verschieden ausfällt. Und es ist für den Beobachter schwer, der Vorschrift der Instruktion nachzukommen, wonach er bemüht sein soll, zu schätzen, was das als normal angesehene Schiff Admiral Beaufort's mit dem gerade herrschenden Winde leisten würde. Aus einer solchen Umschätzung können naturgemäß Ungenauigkeiten entspringen, deren Größe sich in jedem einzelnen Falle der Beurtheilung vollständig entzieht.

Die Wellenbewegung des Meeres oder Windstöße verursachen bei der Bestimmung des Luftdrucks Schwierigkeiten. Die vertikale Lage des Barometers ist manchmal nicht innezuhalten, es entstehen Schwankungen in der Queckfilberhöhe durch die Schwankungen des Schiffskörpers, wodurch es zuweilen unmöglich wird, den Barometerstand auf halbe, geschweige denn auf Zehntel Millimeter genau abzulesen. Jedoch würde man einen systematischen Fehler begehen, wollte man bei der Bearbeitung eines Journals solche ungenaue Beobachtungen, auch wenn sie deutlich als solche zu erkennen sind, einfach streichen. Denn da ein unruhiger Seegang viel häufiger bei tiefem als bei hohem Luftdruck auftritt, so würde man durch Fortlassung der in solchen Fällen gemachten Beobachtungen bei der Zusammenfassung der übrigen einen zu hohen Mittelwerth des Luftdrucks erhalten.

Außer der Bewegung des Beobachtungsplatzes auf dem Meere ist es auch seine eigenartige Beschaffenheit, welche eine genaue Beobachtung der meteorologischen Elemente erschwert. Auf dem Festland kann und muß man den Beobachtungsort meist so wählen, daß die Beobachtungen nicht nur für die engste Umgebung, sondern auch für einen weiteren Umkreis gelten, d. h. man muß es vermeiden, die Instrumente so aufzustellen, daß ihre Angaben nur ganz lokale Verhältnisse darstellen. Auf dem Meere ist das nicht möglich, die Instrumente befinden sich an Bord der Schiffe, die ein heterogenes Element bezüglich ihrer Umgebung sind. Die Beobachtungen werden also auch nicht ganz frei von Einflüssen bleiben, die durch die Anwesenheit des Schiffskörpers bedingt sind. Vor Allem gilt dies von den Temperatur- und Feuchtigkeitsbestimmungen. In der That bemerkt man häufig, daß Strahlungseinflüsse von Seiten des Schiffskörpers die tägliche Amplitude der Lufttemperatur und der relativen Feuchtigkeit vergrößern. Man weiß aber aus den Ergebnissen der unter aller erdenklichen Vorsicht vorgenommenen Beobachtungen auf wissenschaftlichen See-Expeditionen, daß die Amplitude der Lufttemperatur auf dem Meere mit der der Meeresoberflächentemperatur nahe zusammenfällt. Jede größere Abweichung, namentlich in den warmen Tagesstunden, deutet deshalb darauf hin, daß auf dem betreffenden Schiffe die Aufstellung des Psychrometers nicht so getroffen ist, daß der Strahlungseinfluß des

Digitized by Google

Schiffskörpers ferngehalten wurde. In der Regel erfolgt jetzt allerdings die Aufstellung der Thermometer in einem Jalousiekasten, der hoch über dem Schiffsdeck angebracht wird. Aber aus den angeführten Gründen bleiben doch die schädlichen Strahlungseinflüsse von Belang, so daß man im Allgemeinen besser die fehlerfreieren Messungen der Wassertemperatur nach Anbringung bestimmter Korrektionen auch zur Charakterisirung der Lufttemperatur auf dem Ocean heranzieht.

Die Instrumente, mit denen die meteorologischen Beobachter zur See heutzutage ausgerüstet werden, sind im Laufe der Jahrzehnte bedeutend vervollkommnet, und werden vor und nach der Reise an den nautischen Centralstellen einer sorgsamen Kontrole unterworfen. Es kommt aber auch bei vorzüglichen Instrumenten gelegentlich vor, daß die Korrektionsgrößen vor und nach der Reise von einander abweichen. Man kann dann im Zweifel sein, ob sich die Korrektion allmählich oder plötzlich geändert hat. Eine plötzliche Änderung ist manchmal beim Barometer nachzuweisen, wenn die Bewegung des Schiffskörpers das Instrument in ungewöhnliche Schwankungen versetzt hat. Aber im Großen und Ganzen findet man doch den Werth der Korrektionen wenig- oder unverändert.

Ich habe bis jetzt von einigen eigenthümlichen Erscheinungen gesprochen, welche einer genauen Beobachtung dieses oder jenes meteorologischen Elements auf dem Meere Schwierigkeiten bereiten, die bei der Beobachtung auf dem Lande fehlen. Es sind noch einige Bemerkungen zu machen, die die Person der Beobachter betreffen.

Mit der Verbesserung der Instrumente, die von den wachsenden Ansprüchen an genaue Beobachtungen gefordert wurde, hat auch die Sorgfalt der seefahrenden Beobachter zugenommen. Zugleich auch verbreitete sich in seemännischen Kreisen immermehr die Überzeugung, daß die wissenschaftliche maritime Meteorologie der praktischen Schifffahrt unschätzbare Dienste zu leisten vermag. Man fühlte sich zu einem intimeren Studium der atmosphärischen Erscheinungen angeregt, und mit dem Verständnis für den Werth der maritimen Beobachtungen wuchs auch das Bestreben, selbst zur Förderung dieser Wissenschaft beizutragen. Die Zahl der Beobachter, die meteorologische Schiffsjournale führen, hat daher bei uns und auch bei anderen seefahrenden Nationen von Jahr zu Jahr immermehr zugenommen.

Von vornherein hat der Seemann gewiß nur ein mittelbares Interesse an der Förderung der Meteorologie und Klimatologie der Meere. Zunächst beachtet er nur die Windverhältnisse, die die Triebkraft für sein Fahrzeug liefern, und den Luftdruck, der ihm das Nahen einer gefahrdrohenden atmosphärischen Störung rechtzeitig verkündet. Die Beobachtungen dieser Elemente fanden deshalb auch am leichtesten Ein-

Digitized by Google

gang in die Schiffsjournale. Seitdem es aber der Forschung gelungen ist, die Wechselbeziehungen der atmosphärischen Erscheinungen aufzudecken und eine Dynamik der Atmosphäre zu begründen, ist die einseitige Bevorzugung der Beobachtung einiger weniger meteorologischer Elemente nicht mehr gerechtfertigt, und der Seemann, der auch nur praktische Ziele damit im Auge hat, läßt sich heutzutage gerne überreden, eine vollständige meteorologische Station an Bord zu verwalten. Man kann bei einer Durchsicht der meteorologischen Journale von früher und jetzt die erfreuliche Wahrnehmung machen, daß die Zahl derer immerfort wächst, aus denen die äußerste Sorgfalt und ein tiefer gehendes Verständnis für die Aufzeichnung der meteorologischen Erscheinungen in Zahlen und Worten zu erkennen ist. Und es ist keine leichte Aufgabe, welche der Schiffsführer als meteorologischer Beobachter übernimmt. Sechs mal täglich, in den Stunden 12, 4 und 8 Uhr Vor- und Nachmittags hat er die Instrumente zu bedienen und Himmelsschau zu halten, und in der Zwischenzeit verlangt die Instruktion noch eine Beachtung der hydrometeorischen Erscheinungen. Denkt man ferner an die Schwierigkeiten, die wie vorher erörtert, den Beobachtern aus der Eigenthümlichkeit des Beobachtungsplatzes erwachsen, so versteht man leicht, daß zur Führung eines meteorologischen Journals zur See eine viel größere Geduld und Energie erfordert wird als zu Lande. Um so mehr Kritik bei der Bearbeitung ist deshalb allerdings auch am Platze; es gelingt aber nach einiger Übung verhältnismäßig leicht, die guten von den schlechten Journalen zu unterscheiden. Denn wie groß die Lust und Liebe zur Sache ist, das prägt sich in der Regel in dem Habitus der Journale deutlich aus. Jedem, der eine klimatische Untersuchung eines Meerestheils beginnt, ist es anzuempfehlen, zunächst Einsicht in eine große Zahl von Journalen verschiedener Beobachter zu nehmen, um sich einen allgemeinen Maßstab für die Beurtheilung der Güte der Journalführung anzueignen. Er wird dann die offenbar nachlässig geführten Tagebücher leicht aussondern können und nur auf die zweifellos guten und sorgfältigen seine Arbeiten gründen.

Wenn man sich auf diese Weise ein zuverlässiges, kritisch gesichtetes Material von Einzelbeobachtungen gesammelt hat, ist die Frage zu erörtern, auf welche Weise man zu klimatischen Mittelwerthen gelangen kann. Es leuchtet sofort ein, daß das zur See gewonnene Beobachtungsmaterial nach anderen Methoden zu behandeln ist, als das festländische, denn die räumliche und zeitliche Vertheilung der Beobachtungen ist auf dem Meere eine andere wie auf dem festen Lande.*)

*) Die folgenden Ausführungen findet man durch einige Zahlenbeispiele erläutert in der „Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin", 1894. S. 90—108.

Digitized by Google

Alle civilisirten Staaten verfügen über ein festes meteorologisches Beobachtungsnetz, jede Station desselben liefert eine fortlaufende Reihe von Beobachtungen. Auf der herrenlosen See verschieben sich dagegen die Maschen des Beobachtungsnetzes in jedem Augenblick in der Fahrtrichtung der Schiffe. Bei jedem Beobachtungstermin fungirt ein anderer Ort als Beobachtungsplatz. Es findet aber doch eine gewisse Auswahl von Beobachtungsorten statt, sie liegen nicht regellos auf dem Ocean zerstreut, sondern drängen sich um die großen Verkehrslinien zusammen.

Wodurch ist die Lage dieser Linien bestimmt? Man muß zwischen Dampfer- und Segelschiffrouten unterscheiden. Die Dampfer fahren, wenn es irgend die hydrographischen Verhältnisse gestatten, auf größten Kreisen, d. h. auf geometrisch kürzestem Wege von Hafen zu Hafen. Die Segelschiffe suchen dagegen die Meerestheile zu bevorzugen, wo ihre Fahrt durch günstige Winde am meisten beschleunigt zu werden pflegt; sie vermeiden die Gebiete mit Windstillen und widrigen Winden und machen daher oft, geometrisch betrachtet, große Umwege, um ihren Hafen mit dem geringsten Zeitaufwand zu erreichen. Mit der wachsenden Kenntnis von den Windverhältnissen auf den Oceanen hat die Lage der Seglerrouten sich im Laufe der Zeit oft geändert und allmählich sich derjenigen genähert, auf welcher die Schiffe auf das günstigste Fortkommen rechnen dürfen. Die Segelhandbücher und Piloten, von den nautischen Instituten herausgegeben, enthalten die Anweisungen über die oceanischen Fahrstraßen. Sie werden bei jeder Fahrt zu Rathe gezogen und befolgt, so weit es die Verhältnisse gestatten. Es liegt aber auf der Hand, daß die Segelanweisungen nur für die mittleren Windverhältnisse gelten können. In jedem einzelnen Falle werden Abweichungen davon angetroffen werden, welche die Kursrichtung des Schiffes von der im Segelhandbuch empfohlenen mittleren Bahn mehr oder weniger ablenken. In Folge dessen werden nun auch die Flächen vergrößert, welche auf dem Ocean noch mit meteorologischen Beobachtungen ausgezeichnet werden. Mehr oder minder breite Bänder mit Beobachtungen begleiten die mittleren Schifffahrtsrouten. Auf diesen selbst liegen die Beobachtungsorte am dichtesten gedrängt, senkrecht zu den Routen nimmt ihre Zahl rasch ab. Aber auch in der Richtung der Segellinien findet ein Wechsel in der Dichte der Beobachtungsorte statt. Wo günstige Winde die Fahrt zu beschleunigen pflegen, werden die Beobachtungsorte auseinander gezogen, wo widrige Winde und Stillen die Fahrt hemmen, werden sie dicht zusammengedrängt. Betrachtet man z. B. die Vertheilung der Beobachtungspunkte längs einer Segellinie, welche das nördliche und südliche Passatgebiet und die dazwischen gelegene Doldrumzone durchquert, so findet man eine Verdichtung der Beobachtungsorte in der Doldrumzone und an den wind-

Digitized by Google

stillen polaren Grenzen der Passatgebiete, in diesen selbst eine Verdünnung.

Die Vertheilung der Beobachtungsplätze auf dem Meere ist also eine eigenthümliche Funktion der Schifffahrtverhältnisse, und dasselbe gilt für die Vertheilung der Beobachtungen selbst, denn jeder Beobachtungsort liefert einen, aber auch nur einen Beobachtungssatz. An keinem Ort des Meeres wird zwei- oder mehrere Male beobachtet. Hierin liegt der wesentlichste Unterschied zwischen den Methoden der festländischen und maritimen Klimatologie begründet. Will man die klimatischen Elemente eines Ortes auf dem festen Lande bestimmen, so beobachtet man eine möglichst große Zahl von Jahren an demselben Platze und unter denselben äußeren Bedingungen. Auf dem Meere ist das nicht durchführbar. Da gelangt man nur zur Klimakunde eines Ortes, wenn man die Beobachtungen, die in seiner Umgebung auf vorüberfahrenden Schiffen gemacht werden, heranzieht und zu Mittelwerthen vereinigt. Dabei macht man die Voraussetzung, daß die klimatischen Verhältnisse einer größeren Fläche gleichartig sind und daß die in der Fläche räumlich und zeitlich regellos vertheilten Einzelbeobachtungen in ihrer Gesamtheit ein zutreffendes Bild von dem Klima des mittleren Theils der Fläche geben können. Auf die Verhältnisse des festen Landes übertragen, würde diese Voraussetzung und Methode etwa Folgendes besagen. Statt an einem bestimmten Orte eine langjährige Beobachtungsreihe anzustellen und daraus seine klimatischen Elemente zu berechnen, kann man auch in der Umgebung des Ortes zu ganz beliebigen Zeiten und an ganz beliebigen Stellen Beobachtungen machen, deren Gesamtheit das Klima des Ortes darzustellen geeignet ist. Wenn die Umgebung homogen ist, z. B. eine weite Tief- oder Hochebene darstellt, so wird man allerdings wohl auf diese Weise durch eine sehr große Zahl von Beobachtungen und nach einer langen Reihe von Jahren zu einem richtigen Resultat kommen können. In der That ist nun die Homogeneität der Umgebung auf dem offenen Meere überall vorhanden. Wenn man die Fläche, von der man die Beobachtungen zu einem Mittelwerth zusammenfaßt, nicht sehr groß wählt, dürfte man erwarten, mit der Zeit eine hinreichende Genauigkeit in der Bestimmung der klimatischen Elemente zu erzielen. Aus diesem Grunde hat man sich durch internationale Abmachungen dahin geeinigt, alle Beobachtungen, die in jedem einzelnen Eingradfeld des Oceans angestellt werden, zur Ableitung der klimatischen Elemente mit einander so zu verarbeiten, als ob sie an einer festen Station inmitten des Eingradfeldes in fortlaufender Reihe gewonnen worden wären.

Bei einer näheren Überlegung ergiebt sich nun aber, daß diese Methode nur unter der Bedingung zu einwandsfreien Resultaten führen

Digitized by Google

kann, wenn die Beobachtungsorte und Zeiten im Eingradfeld vollständig nach den Gesetzen des Zufalls vertheilt sind. Diese Bedingung ist aber bei der Mehrzahl der maritimen Beobachtungen durchaus nicht erfüllt, soweit sie nämlich auf Segelschiffen ausgeführt werden.

Es wurde schon vorhin bemerkt, daß durch die jeweilig herrschenden Windverhältnisse die Route, die ein Segler einschlägt, von der mittleren mehr oder weniger abweicht. Die unperiodischen Schwankungen in den Windverhältnissen rufen gewisse Schwankungen in der Lage der Segellinien hervor. So wird eine bestimmte Abweichung der Windrichtung und Stärke auch eine bestimmte Abweichung von der durchschnittlichen Fahrstraße bedingen. Die Schiffe werden daher bei der einen Windrichtung andere Meerestheile befahren, als vielleicht bei einer entgegengesetzt abweichenden Windrichtung. In diesem Falle werden überhaupt alle Windbeobachtungen, welche auf der einen Seite der mittleren Route gemacht sind, in dem einen Sinn von dem normalen abweichen, die auf der anderen Seite gemachten in einem andern Sinn. Mit der abnormen Windrichtung wird auch der ihr entsprechende abnorme Witterungscharakter zur Seite der mittleren Segelroute in den Beobachtungen zum Ausdruck kommen. Es findet also quer gegen eine Segelroute gleichsam ein Sortiren der Beobachtungen statt, von links wehende Winde werden vorwiegend auf der rechten, von rechts wehende auf der linken Seite beobachtet. Der Beobachtungsort wird somit eine Funktion der Wind- und Witterungsverhältnisse. (Schluß folgt.)

Eine Verbesserung des telegraphischen Witterungsdienstes.

Von Professor Dr. R. Börnstein-Berlin.

Die bisherigen Einrichtungen der Wettertelegraphie und Wettervorhersage haben, nachdem man vielleicht anfangs zu große Erwartungen daran geknüpft hatte, mancherlei Enttäuschungen gezeitigt und in den letzten Jahren nur noch mäßige Beachtung in landwirthschaftlichen Kreisen gefunden. Dennoch erscheint es wünschenswerth, hier über eine bevorstehende Neuerung zu berichten, welche als wesentliche Verbesserung des Witterungsdienstes angesehen werden darf und gerade der praktischen Landwirthschaft bedeutenden Vortheil verspricht. Für das kommende Frühjahr ist nämlich die Einführung einer neuen Verbreitungsweise der Wetterdepeschen in Aussicht genommen, welche dem amerikanischen „Rundlauf- (sog. circuit-) System" ungefähr nachgebildet ist und eine gegen früher wesentlich raschere Mittheilung des meteorologischen Beobachtungsstoffs an die Betheiligten ermöglicht.

Zum besseren Verständnis der Sache seien die bisherigen Bestrebungen auf diesem Gebiete kurz erwähnt. Wer das Wetter für morgen

Digitized by Google

vorausſagen will, muß das heutige Wetter im weiten Umkreiſe kennen und muß außerdem wiſſen, nach welchen Regeln und Naturgeſetzen aus einer gewiſſen gegenwärtigen Witterung die künftige ſich entwickelt. Der erſten Bedingung zu entſprechen, iſt Zweck der Wettertelegraphie; ſie arbeitet bisher in der Weiſe, daß die einzelnen Beobachtungsſtationen ihre am Morgen gewonnenen Zahlen für Luftdruck, Wind, Temperatur u. ſ. w. alsbald an die Centralſtelle ihres Landes telegraphiren (in Deutſchland an die Hamburger Seewarte), welche den ſo einlaufenden Stoff ſamt den ausländiſchen Mittheilungen ordnet und im Zuſammenhange nach den einzelnen Orten telegraphirt, an welchen ein Bedarf dafür vorhanden iſt. Entweder an dieſen Orten (den „Lokalcentren") oder auch an der Centralſtelle wird eine Vorausbeſtimmung für den nächſten Tag dem thatſächlichen Beobachtungsſtoff hinzugefügt. Die Lokalcentren ſtellen ferner die Wetterkarte des Tages her, um ſie durch Druck vervielfältigen zu laſſen, und geben dieſe ſamt der Vorausbeſtimmung an die Zeitungen. Weil aber die Beobachtungen um 8 Uhr vormittags nach Ortszeit ſtattfinden, ſo kommen die Nachrichten aus Weſteuropa in Hamburg erheblich ſpäter an, als die übrigen; und weil das Abtelegraphiren des geordneten Beobachtungsſtoffes von Hamburg erſt beginnen kann, wenn mindeſtens der größte Theil desſelben auch wirklich dort ſchon vorhanden iſt, ſo wird es Mittag oder noch ſpäter, ehe die Lokalcentren ihre Depeſchen empfangen können. Damit iſt nun zunächſt der große Nachtheil verbunden, daß die Witterungsdepeſchen hauptſächlich in den ſpäteren Vormittagsſtunden befördert werden müſſen, alſo in derjenigen Zeit, während welcher die Telegraphenlinien ſchon durch den Börſenverkehr ſtark belaſtet ſind, ſodaß noch manche Verſpätung dabei unvermeidlich iſt. Und außerdem iſt das ganze Verfahren überhaupt ſo zeitraubend, daß erſt am Nachmittag die Ausgabe der Wetterkarte und Vorausſage ſeitens der Lokalcentren möglich wird. Auf dem Lande kann man dieſe Nachrichten alſo nur bei beſonders günſtigen Verkehrsverhältniſſen noch am gleichen Tage erhalten, und es iſt darum begreiflich, wenn bisher die überwiegende Mehrzahl der Landwirthe keinen Werth darauf legte, Beobachtungsſtoff vom Vortage zu erhalten, und Vorausſagen, die ſchon im Begriff ſind, einzutreffen bezw. fehlzuſchlagen.

Um günſtigere Verhältniſſe zu ſchaffen, mußte man auf eine Beſchleunigung des Verfahrens denken, damit alle Intereſſenten noch am gleichen Tage den Beobachtungsſtoff ſowie die Vorausſage für den folgenden Tag erlangen können. Einen ſolchen Erfolg hat man in Nordamerika möglich gemacht durch Einführung des ſogenannten Rundlaufverfahrens. Die Beobachtungen finden dort zweimal täglich an allen Stationen ſtatt, und zwar nicht nach Ortszeit, ſondern um 8 Uhr

Digitized by Google

morgens und 8 Uhr abends nach Einheitszeit, bezogen auf den 75. Meridian, also in der That gleichzeitig. Ohne Zeitverlust werden die Beobachtungen chiffrirt und den Telegraphenämtern übergeben, worauf in fester und vorher bestimmter Reihenfolge die Telegramme aller einzelnen Stationen die Drahtleitungen der Vereinigten Staaten nach allen Richtungen durchlaufen. Das Centralbüreau in Washington, sowie alle wichtigeren Städte des Landes sind etwa um $^3/_4$9 Uhr im Besitz des gesamten Beobachtungsstoffs, und etwa eine Stunde später ist an allen diesen Stellen die Wetterkarte und die Vorhersage fertig zur Versendung in die Umgegend. Diese außerordentliche Zeitersparnis ist gewonnen sowohl durch die gleichzeitige Anstellung aller Beobachtungen (Simultan-, nicht Ortszeit), als auch namentlich durch die zweckmäßige Verwendung der Telegraphenlinien. Denn es sind alle Stationen, zwischen welchen telegraphisch der Beobachtungsstoff ausgetauscht wird, auf einer großen Schleife angeordnet, welche einmal und ohne Unterbrechung von sämtlichen Depeschen ganz durchlaufen wird.

Ähnliches für Europa zu schaffen, war die Direktion der Seewarte seit Jahren bemüht, aber die hierzu erforderlichen internationalen Abmachungen stießen auf Schwierigkeiten, deren Überwindung erst in allerneuester Zeit gelungen ist. Eine genaue Nachahmung des amerikanischen Rundlaufverfahrens ist für Europa wegen der verschiedenen telegraphischen Einrichtungen unthunlich. Man hat darum ein Radialsystem ausgearbeitet, welches den thatsächlichen Verhältnissen angepaßt ist und die gleiche Beschleunigung wie das amerikanische Verfahren ermöglicht. Betheiligt sind daran Stationen des ganzen nordwestlichen Europa, nämlich aus Deutschland 26, Schweden 4, Norwegen 3, Dänemark und Holland je 1, auf den Britischen Inseln 4 und aus Frankreich 2. Täglich werden kurz nach der um 8 Uhr Morgens angestellten Beobachtung alle erforderlichen deutschen Telegraphenleitungen den Zwecken der Wettertelegraphie zur Verfügung gestellt, sodaß etwa um 9½ Uhr sowohl die Centrale, als auch jede wichtigere deutsche Stadt sich im Vollbesitz des wettertelegraphischen Stoffs befinden wird, welcher zur Aufstellung von Wettervorhersagen erforderlich ist. Alle der Einführung entgegenstehenden Hauptschwierigkeiten sind beseitigt, und die Erledigung einiger Nebenfragen wird von der Seewarte im Einvernehmen mit dem Reichspostamt und dem Reichsmarineamt voraussichtlich bald ermöglicht werden. Auch dem weiteren Ausbau des Systems, namentlich seiner baldigen Ausbreitung über ganz Europa, stehen ernstliche Hindernisse nicht entgegen.

Hiermit wird alles geleistet werden, was man von dem staatlich eingerichteten Witterungsdienst überhaupt verlangen kann: die rechtzeitige Verbreitung des thatsächlichen Beobachtungsstoffes. Nicht verlangen

Digitized by Google

kann man aus derselben Quelle die gleichzeitige Herausgabe von Wettervorhersagen, denn es ist in der That nicht möglich, das Wetter des kommenden Tages anders als für einen ganz kleinen Bezirk mit einiger Aussicht auf Erfolg zu vermuthen. Unsere tägliche Erfahrung lehrt ja immer von neuem, wie innerhalb recht enger räumlicher Grenzen große Verschiedenheit gerade in denjenigen Witterungselementen auftritt, welche dem Landwirth die wichtigsten sind, nämlich Temperatur und Niederschlag. Und also müssen auch ebenso verschieden die Voraussagen ausfallen. Ist es hiernach nicht thunlich, daß eine solche Vorhersage von einer Stelle für ein größeres Gebiet mit einiger Wahrscheinlichkeit ausgegeben wird, so kommt noch die Erwägung hinzu, daß es vielleicht für staatliche Behörden mißlich erscheinen würde, Vorhersagen von immerhin begrenzter Sicherheit zu veröffentlichen. Daß das Ansehen einer solchen Behörde durch gehäuften Mißerfolg leiden könnte, ist eine Meinung, die nach glaubwürdigen Berichten Fürst Bismarck gelegentlich aussprach.

Allen diesen Schwierigkeiten entgeht man durch die Festsetzung, daß der staatlich eingerichtete Witterungsdienst keine andere Aufgabe erfüllen soll, als die rasche Verbreitung des thatsächlichen Beobachtungsstoffs, daß hingegen die Aufstellung der Vorhersage in jedem einzelnen Bezirk Sache der privaten Thätigkeit sein muß. Solcher Bezirke wird es sehr viele geben, nämlich gerade so viele, als Verschiedenheiten des Wetters im Lande. Und hier hat nun die Landwirthschaft mit eigenen Leistungen einzutreten und die zweite Vorbedingung für erfolgreiche Wettervorhersage zu erfüllen: nämlich die Kenntnis der Regeln und Gesetze, nach welchen aus dem heutigen Wetter dasjenige von Morgen hervorgeht. Solcher Regeln giebt es zweierlei: allgemeine und besondere. Die allgemeinen kann man aus der wissenschaftlichen Wetterkunde erlernen, sie gelten überall. Die besonderen, örtlichen Regeln aber sind nur aus der Erfahrung zu gewinnen, und zwar aus der am gleichen Orte erlangten Erfahrung.

Wenn der Landwirth durch seinen Beruf gerade zum Sammeln solcher Erfahrungen ganz besonders reichliche Gelegenheit findet, so ist er zugleich auch vorzugsweise interessirt an der Ausnutzung der Wettervorhersage. Darum sei hiermit die bevorstehende Änderung zur Kenntnis der zunächst Betheiligten gebracht mit dem Wunsche, daß die wichtige Neuerung in landwirthschaftlichen Kreisen die verdiente Beachtung finden und von rechtem Erfolg begleitet sein möchte.

Aus „Mittheilungen der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft".

Digitized by Google

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im December 1899.

Während wir in der Übersicht der Novemberwitterung die ungewöhnlich hohe Temperatnr als die auffallendste Erscheinung hervorheben mußten, wird das Hauptinteresse in dem gegenwärtigen Bericht durch eine lang anhaltende Frostperiode in Anspruch genommen. Seit dem kalten Februar 1895 waren wir nicht mehr gewohnt, wochenlang das Quecksilber im Thermometer unter 0° stehen zu sehen. Kurz vor Schluß des Jahrhunderts wurde uns noch einmal ein rechter Winkermonat beschcert.

Die Luftdruckvertheilung war im November durch steile südnördliche Luftdruckgradienten charakterisirt; auf der Decemberkarte nimmt dagegen der Luftdruck von Osten nach Westen am schnellsten ab. Die Isobaren haben einen nordsüdlichen Verlauf und stehen fast senkrecht auf denen des voraufgehenden Monats. Besonders im Nordosten Europas war der Luftdruck zu hoch, im Süden zu niedrig.

In der ersten Woche des Monats blieb die allgemeine Witterungslage ähnlich wie am Ende des November. Mitteleuropa und Frankreich waren von einem Hochdruckgebiet bedeckt, die Temperatur lag hier meist unter dem Mittel. Im centralen Frankreich erhielt sich noch mehrere Tage eine auffallende Kälteinsel. Das deutsche Küstengebiet stand dagegen ganz unter dem Einfluß mehrerer sehr tiefer, niederschlagsreicher, von stürmischen süd- und nordwestlichen Winden begleiteten Depressionen, die nach einander über Skandinavien ostwärts, später südostwärts zogen. Die Temperatur lag hier erheblich über der Normalen. Am 1., 2., 4. und 5. December erließ die Deutsche Seewarte erfolgreiche Sturmwarnungen für die ganze oder nur für die Ostseeküste. Die letzte Depression, die am Abend des 5. mit einer Tiefe von weniger als 730 mm südöstlich von Riga lag, verursachte in der darauf folgenden Nacht heftige Schnee- und Graupelböen mit Gewittererscheinungen im östlichen Deutschland und Polen. Im Laufe des 6. December vollzog sich nun eine große Umwandlung in der Luftdruckvertheilung über Europa, indem sich ein Keil hohen Luftdrucks von Norden her über die skandinavische Halbinsel vorschob. Daraus entwickelte sich bald ein abgerundetes Hochdruckgebiet, welches in den nächsten Wochen bald über Skandinavien, bald über dem nordwestlichen Rußland verharrte und seinen Wirkungsbereich auch über das nördliche Mitteleuropa ausdehnte. Depressionen hielten sich während dieser Zeit (vom 6. bis 23.) südlich der Alpen und westlich von Großbritannien auf. Mit der erwähnten Ausbreitung dieses neuen sehr beharrlichen Luftdrucktypus wurde eine Frostperiode eingeleitet, die mit geringen Schwankungen in der Intensität der Kälte mehr als einen halben Monat andauerte. Die allgemeine nordöstliche und östliche Luftströmung, die aus der angeführten Luftdruckvertheilung resultirt, besorgte einen ununterbrochenen Kältetransport aus dem stark erkalteten Norden Rußlands gegen die atlantischen Küsten des Kontinents. Die 0° Isotherme umschloß wochenlang Skandinavien, Frankreich und Mitteleuropa, abgesehen von einer kurzen Unterbrechung gleich nach Mitte December, als sich eine Theildepression von dem mediterranen Hauptminimum loslöste und nordwärts vordringend Thauwetter und Regenfälle über Österreich und das östliche Deutschland verbreitete, ohne daß westlich davon die Temperatur den Nullpunkt überschritt. Nach dem Verschwinden jenes Teilminimums setzte von neuem strenge Kälte ein, die am 23. ihren Höhepunkt erreichte. Von da ab trat Mitteleuropa allmählich unter den Einfluß eines Depressionsgebiets, das von Westen her vordrang. Ein intensives Minimum erschien am 27. December vor der SW-Küste Irlands und brachte, langsam nordostwärts wandernd, oceanisch

Digitized by Google

milde Witterung zur Herrschaft. Die Erwärmung war besonders in Südwestdeutschland erheblich, in der rheinischen Tiefebene herrschte in den letzten Tagen des Monats ein ausgeprägter Vogesenföhn.

Im mittleren und westlichen Deutschland lag die Temperatur 3° bis 4°, in den übrigen Gebietstheilen um mehr als 2° unter der normalen Monatstemperatur, nur in den höheren Lagen der süddeutschen Gebirge war die Abweichung geringer. Die Mitteltemperatur des December lag fast in ganz Deutschland um mehr als 10°, stellenweise sogar um 12° tiefer als im November, während die normale Differenz beider Monate z. B. in Berlin nur 3° beträgt. Die höchsten Temperaturen traten an den meisten Orten entweder am ersten oder letzten Monatstage ein, in Norddeutschland überstiegen sie nur vereinzelt 10°, in Süddeutschland 15°. Dagegen sanken die absoluten Minima, die meist vor der kurzen Unterbrechung bezw. Milderung der Frostperiode um Mitte des Monats beobachtet wurden, stellenweise unter —20°. In Berlin lag die mittlere Tagestemperatur am 15. bei —15.3° d. h. 17° unter der Normalen! Die hoch gelegenen Stationen hatten indessen weniger unter Frost zu leiden, als die der Thäler und Tiefebenen. (Temperatur-Minimum: Brocken —16.4°, Erfurt —20.8°; Höchenschwand (1065 m) —16.9°, Donaueschingen (692 m) —19.0°). Für die Frostperiode war weniger die Intensität der Kälte als ihre lange Dauer charakteristisch. In Süddeutschland gab es eine ununterbrochene Reihe von 14 bis 16 Eistagen (Temperatur-Maximum unter 0°).

Die Niederschlagsvertheilung war im großen Ganzen ziemlich gleichförmig und wenig abweichend von der Normalen. Im östlichen Deutschland, in der Rheinprovinz und in Südwestdeutschland fielen zu reichliche Niederschläge, sonst blieben sie unter dem Durchschnittswerth. Schneefälle waren ziemlich häufig, besonders im Osten und Süden. Im Norden hielt sich die Schneedecke bis zum Ende des Monats, im Süden war sie überhaupt nicht sehr mächtig und verschwand beim Eintritt regnerischen Wetters am Monatsschluß.

Die mittlere Bewölkung war besonders im Süden, im Bereich des mediterranen Depressionsgebiets beträchtlich; in der Schweiz überstieg sie $^8/_{10}$ des Himmels.

Dr. W. Meinardus.

Wogenwolken.

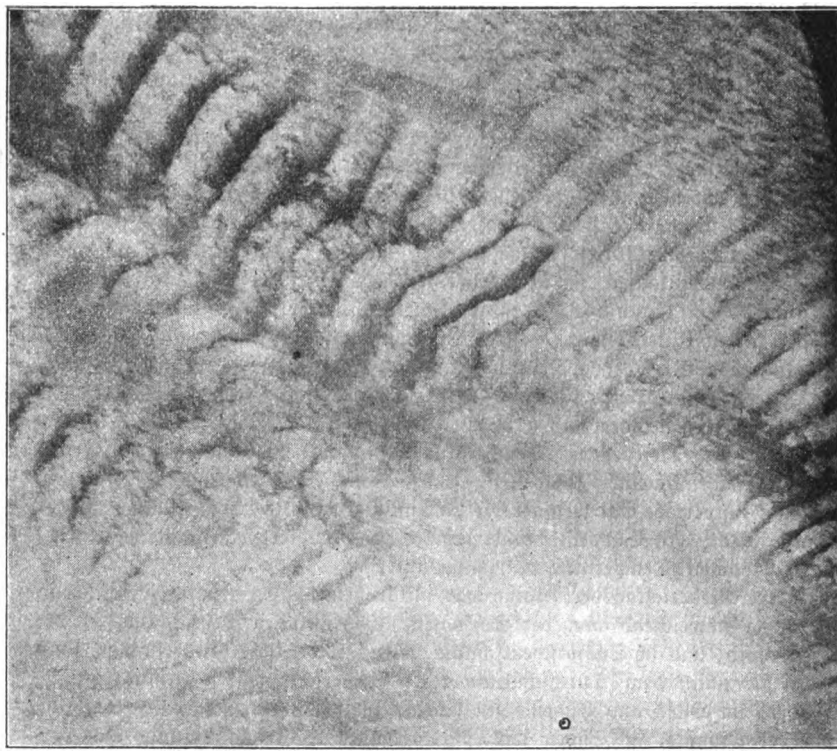
Unter den Zuschriften, welche mir auf meinen gleichbetitelten Aufsatz im Decemberheft des vorigen Jahrgangs vom „Wetter" zugingen, befand sich auch ein Brief von Herrn Dr. Grundmann in Breslau, den ich im Nachstehenden als Erklärung zu der beigefügten und hier wiedergegebenen schönen Aufnahme im Wesentlichen wortgetreu mittheilen will. Herr Grundmann schreibt:

„Ihr interessanter Aufsatz über Wogenwolken im letzten Hefte des „Wetter" erinnert mich an eine von mir am 29. Juni 1897 beobachtete derartige Erscheinung, wie sie mir in gleicher Schönheit seither nicht wieder vorgekommen ist. Ich befand mich damals gerade unterwegs, als ich die geradezu auffallende reihenförmige Anordnung hellglänzender Altocumuli gewahrte, und eilte schleunigst nach Hause, um wenn möglich eine photographische Aufnahme davon machen zu können.

Die (Moment-)Aufnahme erfolgte um 5^{18} p Einheitszeit auf einer orthochromatischen Schleußnerschen Platte vom Format 13 × 18 cm. Die Brennweite des aplanatischen Doppelobjektives beträgt 22 cm, daher entspricht 1 mm in der Bildmitte*) einem Winkel von etwa 15.6′ am Himmel. Die Sonne, deren Ort

*) D. h. in der Mitte des Negativs, die durch einen Punkt bezeichnet ist.

Digitized by Google



durch einen kleinen Kreis an der unteren Seite der Platte angedeutet ist, hatte zur fraglichen Zeit eine Höhe von 23.6° über dem Horizont und ein Azimut von 98.3° (von S über W gerechnet), sodaß, da der untere Rand der Platte (dem die Sonne am nächsten ist) ungefähr parallel zum Horizont war, der der Bildmitte entsprechende Punkt am Himmel eine Höhe von rund 38° und ein Azimut von rund 87° (also fast genau W) hatte. Demnach war die Streifung der Wolken eine von SW nach NE gerichtete, wie auch in meiner Aufzeichnung hierüber vermerkt ist. Nach letzterer, d. h. nach NE bewegten sich diese Wolken langsam aus WNW und verschwanden nach einiger Zeit, während Cirri auftraten, welche bis auf 17° Entfernung von der Sonne sehr schöne Iris-(Regenbogen-)Farben zeigten. Interessant ist auch das Vorhandensein einer zur Hauptstreifung etwa senkrechten Streifung.

Das Barometer war am 29. Juni im Fallen begriffen und am Abend des 30. erfolgte ein mäßiges Nahgewitter ($8^1/_4 - 9$ p) mit sehr starkem, etwa 10 Minuten währendem Regen."

Charakteristisch ist auch hier die Abnahme des Luftdrucks. Auf Grund der mitgetheilten sorgfältigen Auswerthung der Platte kann hier noch eine weitere Überlegung über die Größenverhältnisse der Wogenwolken und damit der Luftwogen angeknüpft werden. In der Plattenmitte entspricht 1 mm rund $^1/_4{}^0$, also dem Abstand der Wogenwolken von einander mit durchschnittlich 10 mm Plattendifferenz entspricht ein Winkelwerth von rund $2^1/_2{}^0$. Die Mitte der Platte, oder was dasselbe ist, die Richtung der optischen Achse weist auf einen Punkt des Himmels, der 38° über dem Horizont liegt. Legen wir, da es sich hier nur

Digitized by Google

um eine rohe Schätzung handelt, die in meinem Artikel enthaltene Tabelle für 45° Höhe zu Grunde und nehmen, da die Wolken zu den Altocumuli gehörten, als durchschnittliche Höhe dieser Wolkenform über der Erdoberfläche 4000 m an, so ergiebt sich als Größe der Luftwogen 350 m. Dr. C. Kaßner.

Beiträge zur Klimatologie des Großen Belchen (1394 m Höhe).

Von Oberlehrer Wirz.

(Fortsetzung.)

Veränderlichkeit und unperiodische Schwankungen der Temperatur.

Viel charakteristischer für die klimatischen Verhältnisse eines Ortes als der regelmäßige Verlauf der Tages- und Jahrestemperatur sind die unregelmäßigen Änderungen der Temperatur und die unregelmäßigen Schwankungen, wie sie in kürzeren Zeiträumen (Monaten und Tagen) eintreten. Vor allen Dingen ist klimatologisch die Größe von Wichtigkeit, die man nach Hann als interdiurne Veränderlichkeit zu bezeichnen pflegt, nämlich die mittlere, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen gebildete Differenz der Temperaturen je zweier auf einanderfolgender Tage. Ferner sind von Bedeutung die höchsten und tiefsten Temperaturen innerhalb der einzelnen Monate; ihre Differenzen bezeichnet man als Monatsschwankungen, das Mittel derselben für die einzelnen Monate der ganzen Beobachtungsperiode die mittlere Monatsschwankung, und die Mittel aus den höchsten und tiefsten Temperaturen der einzelnen Jahre als mittlere Jahresschwankung. Absolute Schwankung der Temperatur eines Monats ist die Differenz der höchsten und tiefsten während der ganzen Beobachtungsperiode innerhalb des betreffenden Monats beobachteten Temperatur, absolute Wärmeschwankung überhaupt die Differenz der höchsten und tiefsten während der ganzen Periode beobachteten Temperatur.

Die folgenden Tabellen geben die eben definirten Werthe für die Stationen Belchen und Gebweiler (z. Th. auch Mülhausen), und zwar für die bei jeder Station vermerkte Beobachtungsperiode.

Interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Decbr.	Jahr
Belchen (90—95)	2.6	2.4	2.0	1.8	2.3	2.4	2.3	2.2	2.1	2.4	2.3	2.5	2.3
Belchen (90—92)	2.6	2.5	2.3	1.7	2.4	2.4	2.2	2.3	2.1	2.6	2.1	2.8	2.3
Gebweiler (90—92)	2.3	1.8	1.9	1.7	2.2	2.2	1.7	2.1	1.8	2.0	1.6	2.0	1.9

Die vorstehende Tabelle läßt erkennen, daß die Änderungen der Temperatur von einem Tag zum andern auf dem Belchen durchgängig beträchtlicher sind als in Gebweiler, daß also, trotz geringerer periodischer Schwankungen der Temperatur, das Klima unseres Berggipfels weniger konstant ist als das des Thales, ein Resultat, das mit der allgemein für Gebirgsgegenden in Deutschland beobachteten Thatsache übereinstimmt *). Für den Belchen beträgt die Amplitude der täglichen Änderungen während der Periode 1890—92 1.1° (für 1890—95 0.8°), für Gebweiler nur 0.7°.

*) Vgl. Dr. van Bebber: Lehrbuch der Meteorologie. S. 41.

Digitized by Google

Der Monat April hat auf dem Belchen die weitaus gleichmäßigsten Wärmeverhältnisse; für Gebweiler zeigt der November den konstantesten Charakter, während April und Juli diesem Monat in Bezug auf Beständigkeit der Temperatur sehr nahe kommen. Den größten Wechsel in der Temperatur von einem Tag zum andern zeigt im dreijährigen Mittel für den Belchen der December, für Gebweiler der Januar, während im sechsjährigen Mittel letzterer Monat auch für den Belchen die stärksten Temperaturänderungen aufzuweisen hat*).

Ein noch anschaulicheres Bild von der Stärke der Temperaturänderungen erhält man, wenn man dieselben in Gruppen ordnet, wie es in folgender Tabelle geschehen ist.

Mittlere Häufigkeit gewisser interdiurner Temperaturänderungen.

	Belchen (90–95)						Gebweiler (90—92)						Belchen (90—92)					
	0°— 1.9°	2°— 3.9°	4°— 5.9°	6°— 7.9°	8°— 9.9°	10° und mehr	0°— 1.9°	2°— 3.9°	4°— 5.9°	6°— 7.9°	8°— 9.9°	10° und mehr	0°— 1.9°	2°— 3.9°	4°— 5.9°	6°— 7.9°	8°— 9.9°	10° und mehr
Jan.	15.0	9.5	5.0	0.8	0.3	0.3	15.0	10.7	4.0	0.7	0.3	0.0	14.7	10.0	5.0	1.0	0.3	0.0
Febr.	15.7	6.8	4.0	1.2	0.5	0.0	18.3	7.7	2.0	0.3	0.0	0.0	14.0	8.7	4.3	1.0	0.3	0.0
März	19.5	5.8	4.7	0.5	0.5	0.0	18.0	10.0	2.7	0.0	0.0	0.3	17.3	6.3	5.7	0.7	1.0	0.0
April	19.5	7.5	2.0	0.8	0.2	0.0	20.7	6.7	2.3	0.3	0.0	0.0	19.0	7.7	3.0	0.3	0.0	0.0
Mai	16.0	9.2	4.3	1.0	0.5	0.0	16.3	11.0	2.3	1.3	0.0	0.0	15.3	9.0	5.0	1.3	0.3	0.0
Juni	13.8	12.0	3.5	0.7	0.0	0.0	16.7	9.7	3.7	0.7	0.0	0.0	12.3	12.7	4.3	0.7	0.0	0.0
Juli	15.3	10.7	4.2	0.7	0.2	0.0	18.3	9.7	2.3	0.3	0.0	0.0	15.7	10.0	5.0	0.3	0.0	0.0
August	17.0	8.5	3.8	1.3	0.3	0.0	17.3	10.0	3.0	1.3	0.0	0.0	16.3	8.7	3.3	2.0	0.7	0.0
Sept.	16.8	9.7	2.0	1.2	0.3	0.0	20.3	6.3	2.7	0.7	0.0	0.0	16.7	10.0	1.7	1.3	0.3	0.0
Oktbr.	16.8	8.5	2.8	2.2	0.7	0.0	18.3	8.3	3.7	0.7	0.0	0.0	15.7	10.0	2.0	2.7	0.7	0.0
Nov.	16.7	6.8	4.5	1.8	0.2	0.0	21.3	6.3	2.0	0.0	0.3	0.0	18.7	5.3	4.7	1.0	0.3	0.0
Dec.	14.7	8.7	5.8	1.3	0.5	0.0	18.0	8.3	3.3	1.0	0.3	0.0	13.3	8.0	7.7	1.7	0.3	0.0
Jahr	196.8	103.7	46.6	13.5	4.2	0.3	218.5	104.7	34.0	7.3	0.9	0.3	189.0	106.1	51.7	14.0	4.2	0.0

Wie man sieht, sind die stärkeren Temperaturänderungen von 4° und darüber auf dem Belchen bedeutend häufiger als in Gebweiler.

Die Höhendifferenz zwischen der Gipfelstation und den Fußstationen hat demnach bei weitem nicht so hohe Differenzen in den Minimaltemperaturen zur Folge, wie man im allgemeinen erwarten dürfte. Der Grund hierfür ist wohl vorwiegend in dem Umstand zu suchen, daß starke Temperaturerniedrigungen fast ständig dann eintreten, wenn wir uns im Bereich eines barometrischen Maximums befinden, daß dann aber grade, wie wir später sehen werden, die Bedingungen zu einer Temperaturumkehrung zwischen Berg und Thal vorhanden sind.

Auch in den in der folgenden Tabelle aufgeführten Extremwerthen der Temperatur und den sich hieraus ergebenden unperiodischen Schwankungen prägt sich die bereits besprochene Wirkung der orographischen Lage von Gebweiler

*) Kremser („Die Veränderlichkeit der Lufttemperatur", in Abhandlungen des kgl. Preuß. meteorolog. Institt. Bd. I, 1) hat abweichend hiervon gefunden, daß für Deutschland das Minimum in den September oder August, das Maximum vorwiegend in den December fällt. Die hier bearbeitete Beobachtungsperiode ist auch für den Belchen noch zu kurz, als daß mit Sicherheit entschieden werden könnte, ob die Abweichung der Resultate durch eine klimatische Eigenthümlichkeit unserer Gebirgsgegend bedingt ist.

Digitized by Google

Mittlere Monats- und Jahresextreme und mittlere Monats- und Jahresschwankungen.

	Belchen (90—95)			Gebweiler (90—94)			Belchen (90—94)			Mülhausen (92—95)			Belchen (92—95)		
	Maximum	Minimum	Schwankung	Maximum	Minimum	Schwankung	Maximum	Minimum	Schwankung	Maximum	Minimum	Schwankung	Maximum	Minimum	Schwankung
Jan.	5.6	—18.3	23.9	11.4	—14.7	26.1	6.5	—17.9	24.4	8.9	—17.1	26.0	4.3	—19.5	23.8
Febr.	4.5	—15.2	19.7	12.1	— 9.0	21.1	5.8	—14.3	20.1	9.5	—11.1	20.6	2.7	—14.8	17.5
März	8.1	—13.9	22.0	20.2	— 6.0	26.2	8.7	—13.9	22.6	17.7	— 6.6	24.3	7.1	—12.3	19.4
April	13.4	— 6.8	20.2	23.5	— 0.4	23.9	13.5	— 6.6	20.1	23.5	0.1	23.4	14.5	— 5.7	20.2
Mai	19.0	— 4.6	23.6	28.6	1.7	26.9	19.3	— 4.2	23.5	27.4	1.7	25.7	19.9	— 5.4	25.3
Juni	21.0	— 0.7	21.7	32.0	6.0	26.0	21.1	— 0.7	21.8	29.0	6.6	22.4	20.5	— 0.7	21.2
Juli	22.5	3.1	19.4	32.6	8.6	24.0	22.4	3.2	19.2	31.5	9.9	21.6	22.4	3.4	19.0
August	23.3	2.2	21.1	33.7	7.7	26.0	23.6	2.1	21.5	31.5	9.0	22.5	23.9	2.4	21.5
Sept.	20.1	— 0.3	20.4	28.9	3.9	25.0	19.3	— 0.7	20.0	28.8	4.7	24.1	20.9	— 0.6	21.5
Oktbr.	16.1	— 6.8	22.9	20.8	— 1.4	22.2	15.7	— 6.5	22.2	21.3	— 0.3	21.6	15.5	— 5.4	20.9
Nov.	11.0	—10.5	21.5	15.4	— 5.7	21.1	10.4	—10.4	20.8	16.3	— 2.2	18.5	12.1	— 8.7	20.8
Dec.	7.5	—13.0	20.5	10.0	—10.6	20.6	8.2	—13.3	21.5	9.5	— 8.1	17.6	8.2	—11.9	20.1
Jahr	24.0	—20.4	44.4	34.5	—16.3	50.8	24.0	—20.5	44.5	32.9	—17.2	50.1	27.0	—20.7	47.7

deutlich aus; die Thalstation weist, obschon sie um 55 m höher liegt als Mülhausen, stärkere Extremwerthe auf als diese Station *).

Absolute Extreme der Temperatur und absolute Monats- und Jahresschwankungen.

	Belchen (90—95)			Gebweiler (90—94)			Belchen (90—94)			Mülhausen (92—95)			Belchen (92—95)		
	Maximum	Minimum	Schwankung	Maximum	Minimum	Schwankung	Maximum	Minimum	Schwankung	Maximum	Minimum	Schwankung	Maximum	Minimum	Schwankung
Jan.	12.1	—25.6	37.7	15.0	—23.0	38.0	12.1	—25.6	37.7	10.2	—22.3	32.5	6.5	—25.6	32.1
Febr.	9.0	—19.7	28.7	14.5	—12.5	27.0	9.0	—16.4	25.4	12.6	—18.0	30.6	7.5	—19.7	27.2
März	13.1	—19.4	32.5	25.0	—11.0	36.0	13.1	—19.4	32.5	19.5	—11.0	30.5	8.2	—16.5	24.7
April	17.5	—10.0	27.5	26.5	— 3.5	30.0	17.5	—10.0	27.5	25.2	— 1.6	26.8	17.5	— 7.5	25.0
Mai	26.0	— 6.5	32.5	32.5	0.5	32.0	26.0	— 6.5	32.5	31.0	— 0.2	31.2	26.0	— 6.5	32.5
Juni	22.1	— 2.7	24.8	33.0	4.0	29.0	22.1	— 2.7	24.8	30.5	5.3	25.2	21.0	— 2.7	23.7
Juli	23.6	1.6	22.0	34.5	7.0	27.5	23.6	1.6	22.0	33.0	8.7	24.3	23.2	2.5	20.7
August	27.2	0.5	26.7	38.0	6.5	31.5	27.2	0.5	26.7	34.5	8.0	26.5	27.2	1.1	26.1
Sept.	23.9	— 2.1	26.0	30.5	3.0	27.5	21.0	— 2.1	23.1	32.6	2.2	30.4	23.9	— 2.1	26.0
Okt.	17.9	—10.0	27.9	25.0	— 3.5	28.5	17.5	—10.0	27.5	24.2	— 2.0	26.2	17.9	— 7.9	25.8
Nov.	14.2	—18.5	32.7	17.0	—11.0	28.0	14.0	—18.5	32.5	20.5	— 4.0	24.5	14.2	—11.0	25.2
Dec.	10.5	—15.5	26.0	13.5	—13.5	27.0	10.5	—15.5	26.0	10.4	—11.4	21.8	10.5	—13.2	23.7
Jahr	27.2	—25.6	52.8	38.0	—23.0	61.0	27.2	—25.6	52.8	34.5	—22.3	56.8	27.2	—25.6	52.8
Datum	18./8. 92.	14./1. 94		17./8. 92.	17./1. 93		18./8. 92.	14./1. 94		18./8. 92.	18. u. 19. 1. 93.		18./8 92.	14./1. 94	

*) Der Vergleich ist hier, trotz der Verschiedenheit der Beobachtungsperioden zulässig, da die absoluten Extremwerthe für beide Stationen in die Jahre fallen, die den beiden Beobachtungsperioden angehören. — Aus äußeren Gründen muß darauf verzichtet werden, die Temperaturänderungen auch noch unter dem Gesichtspunkt der Häufigkeit der Erwärmungen und Erkaltungen zu behandeln.

Digitized by Google

Sommer-, Frost- und Eistage.

Zur Vervollständigung unserer Betrachtung über die Temperaturverhältnisse erübrigt nun noch, dieselben nach der Seite hin zu untersuchen, die für die Vegetation in erster Reihe in Betracht kommt, nämlich, wie sich die Höhe dem Thal gegenüber verhält in Bezug auf die Tage, an denen das Thermometer über einen bestimmten Punkt steigt und unter einen bestimmten Punkt fällt.

Unter diesem Gesichtspunkt unterscheidet man in der Klimatologie die Extreme der Tage in solche, an denen das Thermometer auf 25° und darüber steigt: Sommertage; solche, an denen das Minimum unter 0° sinkt, während das Maximum darüber bleibt: Frosttage, und solche, an denen auch das Maximum unter 0° sinkt, Eistage.

In folgender Tabelle sind diese in klimatischer Hinsicht hervortretenden Tage ihrer mittleren Zahl nach für den Belchen und für Gebweiler aufgeführt, und zwar für die einzelnen Monate und das Jahr.

Mittlere Zahl der Sommer-, Frost- und Eistage.

	Belchen (90—95)			Gebweiler (90—92)			Belchen (90—92)		
	Frosttage	Eistage	Sommertage	Frosttage	Eistage	Sommertage	Frosttage	Eistage	Sommertage
Januar	28	21	0	21	9	0	27	18	0
Februar	26	18	0	22	1	0	24	15	0
März	26	14	0	12	2	0	24	16	0
April	16	6	0	2	0	0	22	9	0
Mai	5	1	0.2	0	0	6	4	1	0.3
Juni	1	0	0	0	0	10	1	0	0
Juli	0	0	0	0	0	13	0	0	0
August	0	0	0.5	0	0	14	0	0	1.0
September . .	1	0	0	0	0	7	0	0	0
Oktober	11	4	0	4	0	0.3	11	4	0
November . .	17	7	0	7	1	0	19	8	0
December . . .	28	17	0	22	12	0	28	17	0
Jahr	158	88	0.7	90	25	50.3	160	88	1.3

Unter diesen sind für die Vegetation natürlich von besonderer Wichtigkeit die Frosttage; ferner ist von Bedeutung die mittlere Zeit zwischen dem letzten und dem ersten Frost, die eigentliche Vegetationsperiode.

Die Gesamtsumme der Frosttage beträgt für den Belchen (1890—92) 160, also 0,44 des Jahres, während sie für Gebweiler nur 90, also rund 0,25 des Jahres ausmacht.

Als mittlere frostfreie Zeit ergiebt sich:

Belchen (berechnet für 90—95): Vom 7. VI. bis 24. IX.
„ („ „ 90—92): „ 31. V. „ 26. IX.
Gebweiler („ „ 90—92): „ 18. IV. „ 24. X.

Demnach beträgt für den Belchen die Vegetationsperiode durchschnittlich 109 Tage (für die Periode 90—92 117 Tage), für Gebweiler (90—92) 188 Tage.

Selbstverständlich sind bei der Kürze der Beobachtungszeit diese Angaben nicht als normale zu betrachten und recht erhebliche Abweichungen von diesen, die mittleren Daten nur annähernd bestimmenden Zahlen während der einzelnen Jahre immerhin möglich. Es ist hier ganz besonders zu betonen, daß

Digitized by Google

den aus den einzelnen Beobachtungen sich ergebenden Mittelwerthen nur in sehr beschränktem Maße die Bedeutung beizumessen ist, daß man mit um so größerer Sicherheit auf das Eintreten des betreffenden Ereignisses schließen könne, je länger die der Berechnung zu Grunde liegende Beobachtungsperiode ist (Vgl. die Bemerkungen über die Bedeutung der Mittel- und der Scheitelwerthe der Temperatur*).

Die Luftfeuchtigkeit.

Betreffs der Werthe derselben ist zu bemerken, daß die aus den Terminbeobachtungen des Belchen hergeleiteten Mittel in hohem Grade unsicher sind**). Bei der Vergleichung der Angaben des Hygrographen mit den Terminbeobachtungen zeigten sich nämlich für die gleichen Zeitpunkte recht erhebliche Differenzen. Ein Versuch, die Mängel des Beobachtungsmaterials mittels einer oder mehrerer benachbarter Stationen zu begleichen, schien nicht gerathen, weil Stationen mit erheblichen Höhendifferenzen (und nur solche hätten benutzt werden können) bei dem großen Einfluß der Höhe auf den Gang der Feuchtigkeit zum Vergleich nicht die wünschenswerthe Sicherheit bieten dürften. Zweckmäßiger ist, die aus den Angaben der Terminbeobachtungen abgeleiteten Werthe mittels der des Hygrographen zu kontrolliren, bezw. zu korrigiren.

(Fortsetzung folgt).

Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

Voraussage von Gewittern durch die Photographie. Die Hertz'schen Wellen, die Träger der so berühmt gewordenen Telegraphie ohne Draht, scheinen auch auf die photographische Platte eine deutlich nachweisbare Wirkung auszuüben. Diese Frage war der Gegenstand eines Vortrages, mit dem F. H. Glew in der letzten Sitzung der königlichen Photographischen Gesellschaft in London ein nicht geringes Aufsehen erregte. Der Forscher zeigte, wie die „Köln. Ztg." ausführt, zunächst, daß die photographische Platte auf Grund jener Erkenntnis zum frühzeitigen Nachweis von Gewittern benutzt werden könnte. Die Dauer einer elektrischen Entladung in der Atmosphäre ist durchaus nicht so kurz,

*) Betreffs der Temperaturverhältnisse von Gebweiler sei noch Folgendes bemerkt: In einer Beilage des „Gebweiler Kreisblattes" vom 16. Oktober 1892 ist eine Zusammenstellung der Resultate von meteorologischen Beobachtungen veröffentlicht, die Herr Ingenieur Edmond Frauger während der Jahre 1861—90 angestellt hat. Die dort aufgeführten Monatsmittel der Temperatur der Jahre 1888—1890 weichen von den aus denselben Jahren stammenden der meteorologischen Station (jedenfalls in Folge der Verschiedenheit der Thermometeraufstellung und der Beobachtungszeiten), zum Theil recht erheblich ab; daraus erklärt sich auch eine beträchtliche Differenz (bis zu 1,4°) zwischen den in jener Veröffentlichung gegebenen dreißigjährigen Mitteln für 1861—90 und den von mir durch Reduktion gefundenen dreißigjährigen Mitteln für 1851—80.

In jener Veröffentlichung ist das Mittel für die Vegetationsperiode von Gebweiler zu 200 Tagen bestimmt.

**) Der Grund liegt in der Schwierigkeit der Behandlung des Psychrometers, das besonders im Winter einer sehr sorgfältigen Beaufsichtigung bedarf, die bei schwierigen Witterungsverhältnissen oft sogar unmöglich ist.

Digitized by Google

wie man bisher immer geglaubt hat. Zunächst besteht der Blitz nicht aus einem zusammenhängenden elektrischen Strom, sondern aus einer großen Anzahl von Funken, die in derselben Bahn schnell aufeinander folgen. Außerdem aber ist diese elektrische Entladung der Ursprung für elektrische Wellen, die von der Blitzbahn nach allen Seiten hin in die Atmosphäre hinausgehen. Wenn man nun einen besonders eingerichteten Kohärer (Frittröhre), wie er auch bei der Telegraphie ohne Draht benutzt wird, in einer geeigneten Abänderung vor der photographischen Platte anbringt, so wird die Gegenwart elektrischer Wellen in der Luft, die von einem noch so sehr weit entfernten Gewitter herrühren können, durch Veränderungen der photographischen Platte angezeigt. Glew sprach die Erwartung aus, daß es durch die von ihm erfundene Anordnung des Apparates gelingen werde, auch mittels künstlich erzeugter elektrischer Wellen Photographien zu erhalten. (Deutsche Verkehrszeitung.)

Aus „Die Natur" (Ule).

Briefkasten.

Werden bei Zählung der Wintertage nur die Tage berücksichtigt, an denen die Temperatur sich unter dem Gefrierpunkte bewegt, oder werden auch die Tage mitgezählt, an denen der Gefrierpunkt = 0.0° C erreicht wird. Andererseits werden Sommertage bis 25° C, einschließlich oder erst von 25.1° C an gezählt?

N . . . l. (Thüringen).

Antwort. Die Instruktion für die Beobachter des Kgl. Preußischen Meteorologischen Instituts kennt die Bezeichnung „Wintertage" nicht, sondern nur „Eistage" und „Frosttage" — und ebenso die meisten übrigen Meteorologischen Institute.

„Als Eistage werden diejenigen bezeichnet, an denen die Temperatur sich stets unter 0° befindet, also selbst das Maximum der Temperatur negatives Vorzeichen hat."

„Als Frosttage gelten diejenigen, an welchen das Minimum der Temperatur unter 0° liegt — gleichviel ob das Maximum über Null oder ebenfalls unter Null gewesen ist."

„Eistage sind also nur ein specieller Fall der Frosttage; sie sind daher nicht bei der Auszählung der Frosttage auszuschließen."

„Als Sommertage gelten solche, an denen das Maximum der Temperatur 25° C oder mehr beträgt."

Auszug aus der Instruktion des Kgl. Preuß. Meteorolog. Instituts.

Digitized by Google

Ueber die Methoden der maritimen Klimatologie.

Von Dr. W. Meinardus in Berlin.

(Schluß.)

Wenn man nun ein Eingradfeld auf der rechten Seite einer Schifffahrtslinie klimatisch bearbeitet und mit einem Eingradfeld auf der linken Seite vergleicht, so müssen sich in beiden Gegensätze zeigen, die in der Natur garnicht begründet sind. Hat die Segelroute eine nordsüdliche Richtung, so werden in den Eingradfeldern östlich davon hauptsächlich starke Westwinde mit den zugehörigen anderen Elementen beobachtet worden sein, dagegen in den Eingradfeldern auf der Westseite vornehmlich östliche Winde. Auf der Segelroute selbst sind diese Winde in der Minderzahl. Ich habe dieses entgegengesetzte Verhalten der Beobachtungen zu beiden Seiten einer Segellinie zahlenmäßig für den nordöstlichen indischen Ocean feststellen können.

Man muß demnach unbedingt Rücksicht auf die Lage der Verkehrslinien nehmen, wenn man eine klimatische Untersuchung eines Meerestheils vornimmt. Man muß die sortirten Beobachtungen zusammenfassen und die daraus gewonnenen Mittelwerthe auf den mittleren Ort der Segellinie beziehen. Um zu möglichst einwandsfreien Ergebnissen zu gelangen, zerlege man das längs einer Segelroute fortlaufende Beobachtungsband durch gleichabständige Querschnitte in Querstreifen oder Zonen, deren jede als klimatisch einheitliches Gebiet zu betrachten ist. Jede Zone umfaßt dann die Beobachtungen rechts und links und auf der Segellinie selbst, die eigentlich zusammengehören und die nur durch die gerade herrschenden Windverhältnisse von einander getrennt worden sind.

Zu welch' falschen Resultaten man geführt werden kann, wenn man auf diese Verhältnisse keine Rücksicht nehmen wollte, wird sofort klar, wenn man sich einen analogen Fall für die Beobachtungen auf dem festen Lande konstruirt. Ein meteorologischer Beobachter habe eine Station bei seiner Stadtwohnung und eine andere auf seinem Landsitz. Bei schlechtem Wetter bleibe er in der Stadt und beobachte dort, bei gutem begebe er sich und beobachte er auf seinem Landgut. Sein Beobachtungsort ist dann also eine Funktion der jeweiligen Witterung. Nach einer Reihe von Jahren versuche er beide Stationen mit einander zu vergleichen. Er berechnet beide Beobachtungsreihen für sich, findet natürlich einen Unterschied zwischen beiden, der durch nichts in der Natur begründet ist. Dagegen würde er ein leidliches Resultat zur Charakterisirung des Klimas an beiden Orten bekommen, wenn er beide Reihen

Digitized by Google

mit einander verbindet. Zu ähnlichen fehlerhaften Resultaten führt jede Methode der maritimen Klimatologie, die nicht beachtet, daß der Beobachtungsort bei Seglern eine Funktion der jeweiligen Witterung ist.

Die Ausmerzung solcher Fehler durch Zusammenfassen der Beobachtungen in Querstreifen beseitigt indes nicht alle Unzuträglichkeiten, die durch die wechselnde Lage der Verkehrslinien entstehen. Der Führer eines Segelschiffes kommt an gewissen Stellen seiner Reise in die Lage, nach den von ihm angetroffenen Windverhältnissen entscheiden zu müssen, welche von mehreren möglichen Segelrouten er von da ab einzuschlagen hat, um in kürzester Frist sein Ziel zu erreichen. Es wird somit je nach dem Witterungscharakter, den er an solchen Scheidewegen antrifft, entweder der eine oder der andere Theil des Oceans, der vor ihm liegt, mit Beobachtungen bedacht werden. Ein eklatantes Beispiel liefert folgender Fall:

In dem von der Deutschen Seewarte herausgegebenen Segelhandbuch für den Indischen Ocean wird empfohlen, daß Schiffe, welche, nach Häfen der hinterindischen Küste bestimmt, zur Zeit des NO-Monsuns die Nordspitze von Sumatra erreichen, östlich der Nikobaren- und Andamanen-Inseln aufkreuzen, wenn der NO-Monsun schwach, dagegen westlich in weitem Bogen ausholen sollen, wenn der Monsun stark entwickelt ist. Die Folge davon wird sein, daß östlich jener Inselreihe nur Beobachtungen gemacht werden, wenn der NO-Monsun schwach, westlich dagegen nur dann, wenn der Monsun stark ist. In den Beobachtungsergebnissen wird also eine Verschiedenheit der klimatischen Verhältnisse östlich und westlich jener Inseln hervortreten, die nicht der Natur entspricht.

Wir haben bis jetzt von dem Einfluß der Witterungserscheinungen auf die räumliche Vertheilung der Beobachtungen gesprochen. Um diesen Einfluß zu beseitigen, wurde es für nöthig befunden, die quer gegen die mittlere Schifffahrtlinie vertheilten Beobachtungen zusammen zu ziehen. Aber es bleibt dann noch eine andere Fehlerquelle bestehen, die aus der verschiedenen Geschwindigkeit der Schiffe resultirt.

Es wird naturgemäß in einem begrenzten maritimen Gebiet, für das wir die klimatischen Elemente bestimmen wollen, keine fortlaufende Beobachtungsreihe durch Monate und Jahre fortgesetzt. Nur wenn ein Schiff das Gebiet durchschneidet, werden den früheren Beobachtungen einige neue hinzugefügt. Man hat es also mit einer oft unterbrochenen Beobachtungsreihe zu thun, sie besteht aus einer großen Zahl von einzelnen Serien, die gleich ist der Zahl der Schiffe, die das Gebiet im Laufe der Jahre durchfahren haben. Die Länge dieser Serien, d. h. die Zahl der Beobachtungen, die jedes Schiff liefert, ist aber sehr verschieden, je nach der Dauer des Aufenthalts der einzelnen Schiffe.

Digitized by Google

Unter den Beobachtungs-Serien sind diejenigen die längsten, die bestimmten, dem Fortkommen der Schiffe hinderlichen Witterungsverhältnissen entsprechen. Es werden demnach aus der ununterbrochenen Folge der Witterungserscheinungen, die sich in einem Gebiete ereignen, vorzüglich solche beobachtet, welche die Fahrt der Schiffe hemmen. Bei der Mittelbildung aus allen Beobachtungen fallen dann die längeren Serien, die ungünstigen Verhältnissen entsprachen, mehr ins Gewicht als die kurzen. Das Gesamtresultat wird also zu Gunsten gewisser Wettertypen gefälscht, man erhält Mittelwerthe, die von den wahren klimatischen Werthen mehr oder weniger abweichen.

Die Dauer des Aufenthalts eines Schiffes in einem begrenzten Abschnitt seines Kurses ist vor Allem von der Windstärke und Richtung abhängig. Starke Gegenwinde oder auch schwache günstige Winde halten das Schiff länger in der Flächeneinheit auf als starke günstige Winde. Starke Gegenwinde werden also unter den Beobachtungen überhaupt eine unverhältnismäßig große Zahl ausmachen, während starke günstige Winde seltener sind. Wenn man demnach die Windverhältnisse eines maritimen Gebiets bearbeitet, hat man mit der Schwierigkeit zu kämpfen, daß die Beobachtungen ein verschiedenes Gewicht haben. Es giebt keine Methode, um diese Ungleichheit zu beseitigen und man hat nicht einmal einen Maßstab, um beurtheilen zu können, wie groß der Fehler wird, wenn man die Beobachtungen als gleichwerthig ansieht.

Gegenwinde werden in einem bestimmten Gebiete häufiger beobachtet als günstige, also auch alle meteorologischen Verhältnisse, die den Gegenwinden entsprechen, fallen zu schwer, die den günstigen Winden entsprechen, zu leicht ins Gewicht. Ferner, je geringer die Windstärke, um so länger dauert die Fahrt des Schiffes, um so länger wird auch die von ihm gelieferte Beobachtungsserie, während bei stärkeren Winden der Aufenthalt und die Beobachtungsserie abgekürzt wird. Die mittlere Windstärke, die man aus allen Beobachtungen berechnet, wird also zu klein werden.

Gebiete hohen Luftdrucks, in deren Bereich die Windstärke gering und daher die Fahrt der Schiffe verzögert zu sein pflegt, treten deshalb mit ihren charakteristischen Witterungserscheinungen (hohem Luftdruck, extremen Temperaturen, geringer Bewölkung und Niederschlagsarmuth u. s. w.) im Gesammtergebnis zu sehr hervor und bewirken eine Abweichung der aus allen Beobachtungen berechneten Werthe von den wahren in dem bezeichneten Sinne. Cyklonen, denen gewöhnlich eine lebhaftere Luftbewegung eigen ist, bringen den Schiffen ein schnelleres Fortkommen, so daß nur wenige Beobachtungen in der Einheit der Fläche gemacht werden. Alle den Cyklonen eigenthümliche Erscheinungen (niedriger

Digitized by Google

Luftdruck, gemäßigte Temperatur, starke Bewölkung und Niederschläge) sind daher in dem aus allen Beobachtungen der Flächeneinheit berechneten Gesamtergebnis zu wenig vertreten, so daß die Werthe nach derselben Seite abweichen, wie unter dem Einflusse anticyklonaler Gebiete. Man kann daher die Behauptung aussprechen, daß im Allgemeinen die für die einzelnen Flächeneinheiten berechneten Werthe der meteorologischen Elemente nicht die wahren Werthe sind, sondern durch Superposition eines anticyklonalen Witterungscharakters über die mittleren Witterungsverhältnisse gefälscht sind.

Wenn die ausreisenden und heimkehrenden Schiffe dieselben Routen wählten, würden sich am Ende ein Theil jener Fehlerquellen ausgleichen. Denn was für die eine Fahrtrichtung ungünstige, sind für die entgegengesetzte Richtung günstige Winde.*) Aber in der Regel weichen die Routen der Segler von einander bedeutend ab, je nachdem sie auf der Aus- oder Heimreise begriffen sind. Man hat also auf jeder Route eine einseitige Bevorzugung derjenigen Witterungsverhältnisse in den bisher berechneten Mittelwerthen zu erkennen, die der Fahrt der Segler hinderlich sind. Wie weit dieser Umstand wirksam ist, läßt sich, wie gesagt, schwer angeben, sicher ist, daß er namentlich in den Breiten der gemäßigten Zone, im Gebiete der veränderlichen Winde ganz bedeutende keineswegs zu vernachlässigende Fehler in der Bestimmung der klimatischen Werthe zur Folge hat.

Einer gleichförmigen Bearbeitung oceanischer Klimate erwachsen aber noch eine andere Reihe von Schwierigkeiten, die mit der Jahresperiode der Windverhältnisse zusammenhängen.

Wo nämlich im Laufe des Jahres die Windrichtung und Stärke einer Jahresperiode unterliegt, also namentlich in den Monsungebieten, da erleidet die Lage der maritimen Verkehrsstraßen auch eine jahresperiodische Veränderung, denn die Bedingungen der günstigsten und schnellsten Fahrt verlagern sich periodisch in andere Meerestheile. Die für die klimatische Forschung höchst nachtheilige Folge davon ist aber natürlich die, daß nun gewisse Meerestheile nur während eines Theils des Jahres befahren und mit Beobachtungen ausgezeichnet werden. Den Rest des Jahres bleiben sie, weil nun die Windverhältnisse für die Schiffe ungünstig geworden sind, unberührt und man erhält dann keine Kunde mehr von den atmosphärischen Vorgängen auf diesem Meeresgebiet. Statt dessen wird nun ein anderer Theil des Oceans, der vor-

*) Eine zahlenmäßige Bestätigung für die Tragweite der oben geschilderten Verhältnisse giebt u. A. ein Aufsatz von Kapitän Dinklage, in dem kürzlich erschienenen Februarheft der Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. Die westwärts, d. h. gegen den vorherrschenden Wind segelnden Schiffe beobachten bei Kap Horn durchschnittlich 4.7% Winde aus dem westlichen Quadranten mehr als die ostwärts mit dem Winde segelnden.

Digitized by Google

her gemieden wurde, von den Schiffen aufgesucht. So kommt es, daß von gewissen Gebieten die klimatischen Zustände nur einiger Monate bekannt werden.

Der jahresperiodische Wechsel der Windrichtung, welcher eine Verlegung der Verkehrslinien zur Folge hat, tritt nicht jedes Jahr zur selben Zeit ein. In dem einen Jahre setzt der Sommermonsun im indischen Ocean nördlich vom Äquator z. B. schon Ende April ein, zuweilen verspätet er sich bis Ende Mai. Im ersteren Fall werden die Schiffe früher einen anderen Weg einschlagen als im letzteren. Die Sommermonsunroute wird also im Mai nur dann befahren, wenn der Monsun ungewöhnlich früh einsetzt. Dem frühen Einsetzen entspricht aber eine bestimmte Wetterlage, die nun jedesmal auf der Sommerroute beobachtet wird. Man erhält ein falsches Bild von den atmosphärischen Verhältnissen im Mai, wenn man diese Beobachtungen allein als maßgebend betrachten wollte. Auch hier bemerkt man wieder, daß der Beobachtungsort eine Funktion des angetroffenen Witterungscharakters ist. Es findet eine Auswahl von bestimmten Beobachtungen statt, und die Werthe der meteorologischen Elemente bei gewissen anderen Wettertypen kommen an jenen Orten gar nicht zur Beobachtung, weil dann die Schiffe, die sie ausführen könnten, einen anderen Weg einschlagen.

Aus allen diesen Betrachtungen ergiebt sich zur Genüge, daß die maritim-klimatische Forschung Schwierigkeiten in der Bearbeitung des vorhandenen Beobachtungsmaterials findet, die bei der festländischen Klimatologie ganz wegfallen. Die zu Lande übliche Methode, die Beobachtungen an einem Orte einfach durch arithmetische Mittelbildung mit einander zu verbinden, läßt sich bei den Beobachtungen auf dem Meere nicht ausführen, weil dieselben nicht an ein und denselben Orten vorgenommen und auf den Flächen nicht gleichmäßig vertheilt, sondern in eigenartiger Weise, je nach den Witterungsverhältnissen, zerstreut werden. Man darf deshalb nicht einfach die Beobachtungen auf einer Flächeneinheit zu Mitteln zusammenfassen, sondern muß Rücksicht auf die Lage der Verkehrslinien nehmen. Und auch dann bleiben die Fehlerquellen bestehen, die durch die Beschleunigung oder Verzögerung der Schiffe in ihrer Fahrt bei der Vertheilung und Anordnung der Beobachtungen hervorgerufen werden und die nicht verschwinden, selbst wenn man unzählige Beobachtungen heranziehen wollte.

Natürlich haften diese Schwierigkeiten nur den Beobachtungen an, die an Bord von Segelschiffen gemacht werden. Die Dampfer sind meist unabhängig von den Witterungsverhältnissen, die sie antreffen. Man würde aus diesem Grunde wohl empfehlen können, die Dampferbeobachtungen allein zur Bestimmung der klimatischen Elemente zu verwerthen, wenn nicht ihre Zahl im Allgemeinen zu gering

Digitized by Google

wäre. Nur auf den meist befahrenen Dampferrouten, wie zwischen dem Kanal und New-York würde man eine ausreichende Zahl von Beobachtungen im Laufe der Jahrzehnte sammeln können. Die Segelschiffe liefern aber nicht nur eine größere Zahl von Beobachtungen wegen ihrer langsameren Fahrt, die Qualität der Einzel-Beobachtungen ist auch meist besser, weil der Führer des Segelschiffs ein größeres Interesse an den atmosphärischen Erscheinungen zu nehmen gezwungen ist.

Auf viel befahrenen Oceanen, wie dem Nordatlantischen, kann indes eine andere Methode im Laufe der Zeit die bisherige ersetzen. Seit einer Reihe von Jahren werden tägliche synoptische Wetterkarten für diesen Ocean gezeichnet und von der Deutschen Seewarte und dem Dänischen Meteorologischen Institut herausgegeben. Es sind Isobarenkarten mit Angaben über Temperatur, Windrichtung und Stärke, an allen den Stellen, wo sich die beobachtenden Schiffe gerade befanden. Man kann nun durch Interpolation aus diesen Karten für bestimmte Orte des Oceans die Werthe entnehmen und erhält so ununterbrochene Beobachtungsreihen, die sich nach derselben Methode behandeln lassen, wie die Beobachtungsreihen an festländischen Stationen. Allerdings wird die Interpolation keine genaue Bestimmung der Einzelwerthe gestatten, aber man darf annehmen, da keine systematischen Fehler dabei auftreten können, daß sich bei der Mittelbildung aus einer längeren Reihe die Fehler aufheben.

Rung in Kopenhagen hat bereits vor einigen Jahren mit dieser allerdings sehr langwierigen Methode die Mittelwerthe des Luftdrucks für die Schnittpunkte von ausgewählten Längen- und Breitengraden auf dem Nordatlantischen Ocean bestimmt und Karten der mittleren Luftdruckvertheilung für alle Monate herausgegeben. Es ist zu wünschen, daß ähnliche Arbeiten folgen und allmählich die Anwendung derjenigen Methoden ersetzen werden, die bisher in der maritimen Klimatologie üblich waren. Durch einen Vergleich der Mittelwerthe, die durch das Summations- und Interpolationsverfahren gewonnen sind, wird man sich einen Maßstab für die Größe der systematischen Fehler des ersteren verschaffen können.

Die Sonnenstrahlung.

Von Richard Assmann.

(Fortsetzung aus Heft 1).

Durch die Gruppirung der „Aktinometrischen Differenzen" nach der Sonnenhöhe, wie sie in der Tabelle auf Seite 8 (Heft 1) gegeben ist, wird man offenbar von der Jahres-, wie von der Tageszeit so weit unabhängig, als nicht Unterschiede vorhanden sind, die gerade in diesen ihren Grund haben; auf diese Weise wird die Darstellung

Digitized by Google

erheblich vereinfacht und man ersieht aus der Tabelle ohne Weiteres, daß die größten Strahlungsintensitäten bei der größten Sonnenhöhe und dem niedrigsten Luftdruck, also in den größten Höhen über der Erdoberfläche vorgefunden wurden. Trägt man die Werthe der Tabelle in ein Koordinatennetz ein, so bemerkt man ferner, daß die Zunahme der Strahlungsintensität, abgesehen von zwei schon genannten Ausnahmen, eine mit der Druckabnahme in unmittelbarem Zusammenhange stehende ist und in der Weise vor sich geht, daß sie bei den niedrigsten Drucken einen größeren Betrag hat als bei weniger niedrigen. Mit anderen Worten, die Strahlungsintensität nimmt in den größeren Höhen stärker zu als in den niederen. Man ist daher sehr wohl im Stande, eine durchschnittliche Intensitätszunahme mit der Höhe bei wolkenlosem Himmel zu ermitteln und diese bei weiteren Betrachtungen herbeizuziehen, um eine Art von Normalkurve derselben zu erhalten.

Zu der gleichen Schlußfolgerung gelangt man auch, wenn man die Differenzen der Strahlungswerthe zwischen den einzelnen Druckstufen der Tabelle auf S. 8 in der Weise bildet, daß man, um den Einfluß der schwankenden mittleren Drucke zu beseitigen, die Aktinometrischen Differenzen auf 100 mm Druckunterschied umrechnet.

Man erhält dann folgende Werthe:

Druckstufen	Differenzen der Strahlung	
	für 100 mm Druckabnahme	für 5° Sonnenhöhe
Erde	2.6	1.1
—700 mm	4.0	1.4
699—600 mm	4.9	1.3
599—500 mm	1.4	1.4
499—400 mm	5.6	1.2
399—300 mm	11.4	2.3
299—200 mm		

Ohne Zweifel ist der für die niedrigste Druckstufen-Differenz ermittelte Werth von 11.4° völlig unsicher wegen der unzureichenden Zahl der Beobachtungen und deshalb außer Betracht zu lassen, ebenso der von 1.4, im Übrigen aber prägt sich die stärkere Zunahme der Strahlungsintensität in den größeren Höhen deutlich aus. Hieraus kann man aber den Schluß ziehen, daß noch ein anderer Grund mitwirken muß, um die Strahlung stärker wachsen zu lassen, als die Luftdichte abnimmt und als diesen wird man wohl in erster Linie den Wasserdampf der Luft ansehen dürfen, der bekanntlich erheblich schneller abnimmt, als der Luftdruck.

Der Zuwachs der Strahlungsintensität durch die zunehmende Sonnenhöhe, wie ihn die letzte Spalte der obigen kleinen Tabelle zum

Digitized by Google

Ausdruck bringt, erscheint recht gleichmäßig, im Durchschnitt etwa 1.2° auf 5° Sonnenhöhe.

So können wir denn die durchschnittliche Zunahme der Insolations-Intensität mit abnehmendem Luftdrucke angenähert durch eine Reihe darstellen, in der für die mittleren Drucke von

	730 mm	650 mm	550 mm	450 mm	350 mm	250 mm
die Zunahme beträgt	3°	4°	5°	6°	7°	8°

Hiernach würde bei wolkenlosem Wetter eine am Erdboden beobachtete Aktinometrische Differenz von 17° bei 730 mm Barometerstand auf 20°, bei 650 mm auf 24°, bei 550 mm auf 29°, bei 450 mm auf 35°, bei 350 mm Druck auf 42° und bei 250 mm auf 50° anwachsen. Findet man nun bei Beobachtungen auf hohen Bergen oder im Luftballon erhebliche Abweichungen von diesen relativen „Normalwerthen", so kann man, wenn auch nur angenähert, die Größe der „Störungen" messen.

Eine dieser „Störungen", und zwar deren einflußreichste, wollen wir hier noch kurz betrachten: es ist die durch Reflexion der Strahlungswärme von der Oberfläche geschlossener Wolkenmassen bewirkte Erhöhung der „Aktinometrischen Differenz".

Die wissenschaftlichen Luftfahrten des letzten Jahrzehntes haben hierfür ein ziemlich reichhaltiges Beobachtungsmaterial geliefert. Aus 13 dieser Fahrten ergiebt sich das Resultat, daß die Aktinometrischen Differenzen über einem „Wolkenmeere" im Durchschnitt in allen Höhen um 4.7° höher sind, als sie in der gleichen Höhe bei dem Fehlen der Wolkendecke sein würden.

Selbstverständlich kommt bei genauerer Betrachtung noch die Entfernung der Wolkendecke von dem messenden Instrument in Frage, da, ebenso wie die der direkten, auch die Intensität der reflektirten Strahlung mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt.

So wurden auch ausnahmslos die stärksten Aktinometrischen Differenzen in geringer Entfernung von geschlossenen Wolkenoberflächen beobachtet: die absolut höchste im Luftballon gemessene Strahlungsintensität wurde mit 67.0° Aktinometrischer Differenz in 7630 m Höhe am 11. Mai 1894 von Groß und Berson abgelesen, als sie eben eine von der Erdoberfläche bis zur Höhe von 7600 m reichende mächtige Regen- und Schneewolke durchbrochen hatten. Bei ungetrübter Atmosphäre würde die der gleichen Höhe entsprechende „normale" Aktinometrische Differenz nur 48° betragen haben.

An Stelle von Wolkenoberflächen, deren Einfluß vornehmlich bei Ballonfahrten zur Beobachtung gelangt, unter günstigen Umständen aber auch auf Berggipfeln festgestellt werden kann, können aber auch andere reflektirende Flächen einen gleichen Effekt hervorrufen und hier-

Digitized by Google

her gehört in erster Linie eine Schneedecke. Durchmustert man die in nicht allzu großer Anzahl publicirten Beobachtungen von Strahlungsintensitäten, so findet man nur dann auffallend große Werthe, wenn eine Schneedecke vorhanden war. Wild hat z. B. wiederholt auf die großen Aktinometrischen Differenzen von 50 bis 52° aufmerksam gemacht, die im März in Pawlowsk bei St. Petersburg aufzutreten pflegen und hat dieselben mit einer diesem Monat eigenthümlichen besonderen Durchlässigkeit der Atmosphäre für Wärmestrahlung erklärt, während außer dieser unzweifelhaft vorhandenen Ursache noch die Thatsache einer Schneebedeckung des Bodens von grundsätzlicher Wichtigkeit erscheinen mußte. Im Juli und August erreichte ebendort die Strahlungsintensität trotz außerordentlich hoher Lufttemperatur nur gegen 35°; das Schwarzkugelthermometer stieg gelegentlich bis über 60°.

Meine eigenen Arbeiten auf dem Säntis in 2500 m Höhe im Jahre 1889 ergaben niemals derartig große Aktinometrische Differenzen trotz der unzweifelhaft in dieser Höhe besser „strahlungsdurchlässigen" Luft, was unschwer durch das Fehlen einer Schneedecke am steilabfallenden Säntisgipfel zu erklären war. Der größte von mir beobachtete Werth war im Juni 1889 44.6° (50.7° und 6.1°), der höchste Stand des Schwarzkugelthermometers bei einer Lufttemperatur von 9.8° war 51.5° am 18. Juni.

Nun giebt aber Hann in seinem „Handbuch der Klimatologie" einige ganz außerordentliche „Aktinometrische Differenzen" an, nach welchen z. B. Cayley am 11. August 1867 zu Leh in 3500 m Höhe ein „geschwärztes Thermometer in einer luftleer gemachten Glashülle, (Solarthermometer)" auf 101.7° C steigen sah, d. h. fast um 14° über den Siedepunkt des Wassers, der in dieser Höhe nur mehr 88° C beträgt, während die Temperatur im Schatten bloß 23.9° war — die „Aktinometrische Differenz" hätte demnach in diesem extremen Falle den Werth von 77.8° erreicht. Auch Langley will im August 1881 auf dem Mt. Whitney in Kalifornien in einer Höhe zwischen 4000 und 5000 m in einem mit zwei Glasplatten bedeckten Kupfergefäße die Temperatur weit über den Siedepunkt des Wassers haben steigen sehen; leider fehlt die Angabe der Lufttemperatur.

Wenn nun auch gewiß zugegeben ist, daß in jenen außerordentlich trockenen Gebieten die Wärmedurchlässigkeit der Luft eine ganz besonders große ist, so kann man sich doch auf Grund der neueren zahlreichen Beobachtungen im Luftballon dem Zweifel an der Thatsächlichkeit dieser extremen Werthe nicht verschließen. In Höhen von 7—8000 Meter ist die Dichte der Luft sowohl wie auch ihr Wasserdampfgehalt noch erheblich geringer als an den genannten Orten, die in der halben Höhe liegen: in diesen aber würden, wenn nicht Reflexionsvorgänge

Digitized by Google

an Wolkenoberflächen mitwirkten, niemals größere Aktinometrische Differenzen als 46° beobachtet.

Die „Record-Beobachtung" Cayley's dürfte deshalb wohl mit einem kleinen Fragezeichen zu versehen sein, das auf die Unsicherheit der Schwarzkugelthermometer als selbstständige Instrumente hinweisen soll, zumal auch nicht anzunehmen ist, daß in Leh am 11. August bei einer Lufttemperatur von 23.9° eine Schneedecke vorhanden war, auch die Wärmereflexion von einer Wolkenoberfläche nicht wahrscheinlich ist.

Die übrigen von Hann angeführten großen Strahlungswerthe bleiben denn auch beträchtlich hinter Cayley's Beobachtung zurück: „Hooker sah im Himalaja in Höhen zwischen 3000 und 4600 Meter im Winter das geschwärzte Thermometer in der Sonne um 40—50° über die Schattentemperatur steigen, einmal stand es um 9 h a. m. auf 55.5°, während die gleichzeitige Temperatur des beschatteten Schnees — 5.6° betrug." Der letztere Fall birgt offenbar noch einen sehr beträchtlichen Werth der Abkühlung der Schneeoberfläche unter die Lufttemperatur durch Wärme-Ausstrahlung, die durch eine große Wärmedurchlässigkeit der Luft im gleichen Maße befördert wird, wie die Wärme-Einstrahlung.

Der Zweck dieser Erörterung soll nur der sein, darauf aufmerksam zu machen, daß die Wärmereflexion von Schnee- oder Wolkenoberflächen unzweifelhaft eine größere Rolle spielt bei der Bestimmung der Strahlungs-Intensität mittels des Schwarzkugelthermometers, als man wohl bisher annahm. In diesem Sinne sind auch wohl die Werthe der von Hann gegebenen Tabelle über einige Messungen von Frankland zu beurtheilen, die wir hier wiedergeben wollen. Die Sonnenhöhe ist überall 60°.

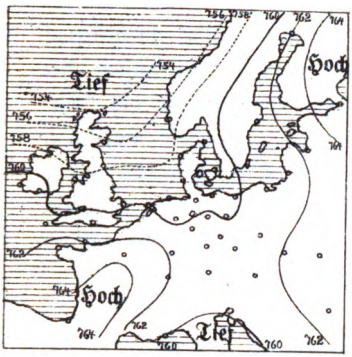
Ort	Seehöhe Meter	Luft-temperatur	Schwarzkugel-thermometer	Aktinometrische Differenz
Oatland Park	46	30.0	41.5	11.5
Riffelberg	2570	24.5	45.5	21.0
Hörnli	2890	20.1	48.1	28.0
Gornergrat	3140	14.2	47.0	32.8
Whitby	20	32.2	37.8	5.6
Pontresina	1800	26.5	44.0	17.5
Bernina H.	2330	19.1	46.4	27.3
Diavolezza	2980	6.0	59.5	53.5

Die letztgenannte Aktinometrische Differenz von 53.5° dürfte bei einer Seehöhe von fast 3000 Meter und einer Lufttemperatur von 6° wohl der Wärmereflexion von einer Schneedecke zu verdanken sein.

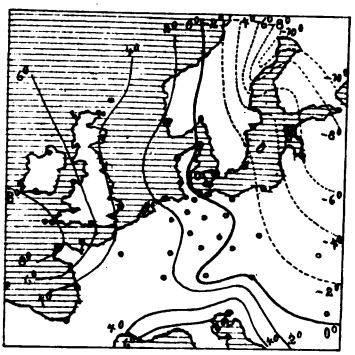
Die starke Zunahme der Strahlungs-Intensität mit der Höhe ist in mehrfacher Hinsicht von Wichtigkeit. Die Erwärmung des schnee-

Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.
1900. Heft 3.

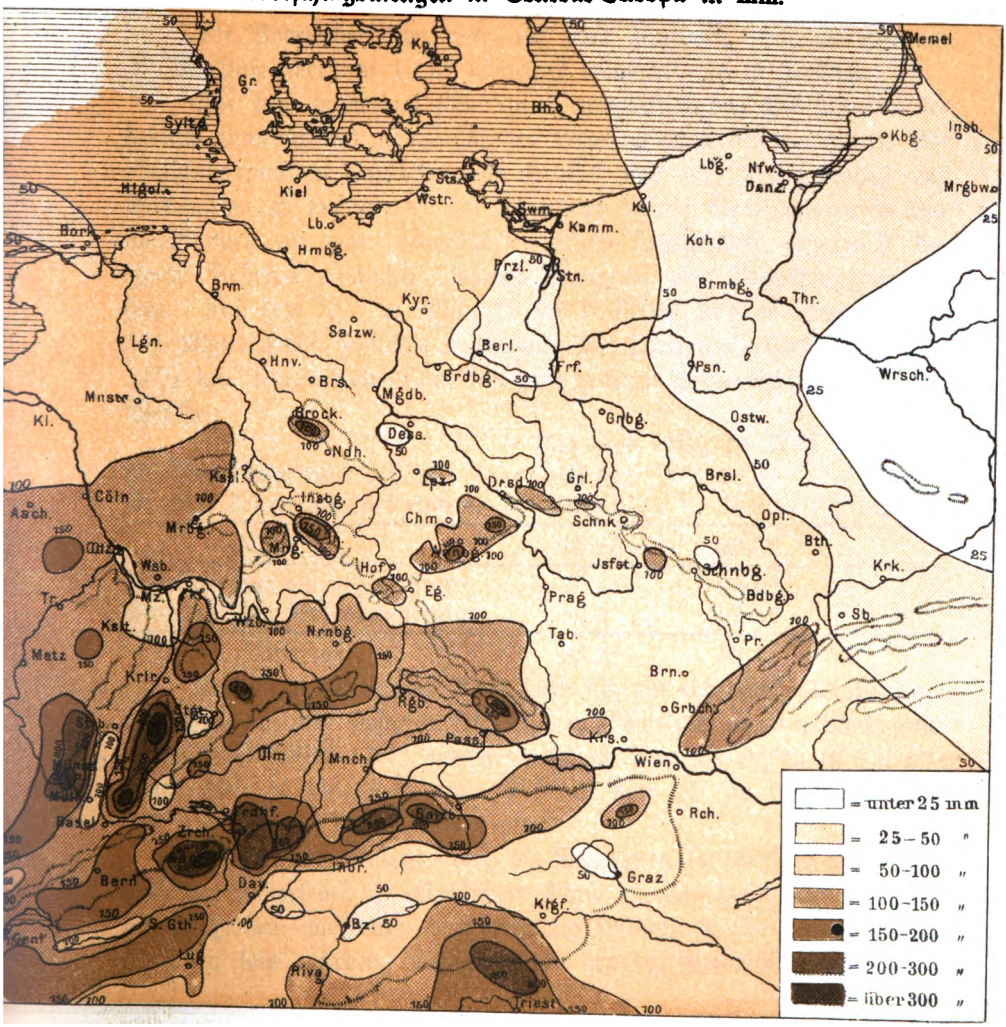


Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen. (C°.)
(8h früh)

Januar 1900.
Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

freien Bodens im Gebirge wird ohne Zweifel unter deren Einfluß eine beträchtlich höhere werden, wie in tieferen Lagen und hieraus ergiebt sich weiterhin ein erheblich größerer Wärmeüberschuß desselben gegenüber der Luftwärme. Hierzu kommt noch, daß die gegen die Sonne geneigten Abhänge der gemäßigten Breiten längere Zeit hindurch und unter günstigeren Einfallswinkeln bestrahlt werden als die Ebene, da dieselben je nach ihrem Abfallwinkel längere Zeit hindurch von senkrechten oder nahezu senkrechten Strahlen getroffen werden.

Hann giebt hierfür einige interessante Beispiele:

Auf dem Faulhorn in 2680 Meter Höhe fand Ch. Martins am 10. und 18. August 1842 um 9 a. m.

	Luft-temperatur	Temperatur der Bodenoberfläche
	8.2°	16.2°
gleichzeitig in Brüssel in 50 Meter Höhe	21.4°	20.1°

Die Bodenoberfläche war auf dem Faulhorn demnach nur um 4°, die Luft aber um 13.2° niedriger temperirt als in Brüssel.

Um den immerhin nicht zu vernachlässigenden Einfluß der erheblich abweichenden geographischen Lage zwischen den genannten Beobachtungspunkten Faulhorn und Brüssel und die Verschiedenheit der Bodenarten zu eliminiren, hat Martins später korrespondirende Beobachtungen an zwei benachbarten Orten ausgeführt und auch die gleiche Bodenart, nämlich schwarze Moorerde, der Bestrahlung ausgesetzt. Auf dem Pic du Midi in 2877 Meter und in Bagnères in 551 Meter Höhe, zwischen denen nur eine horizontale Entfernung von 14½ km liegt, erhielt er an drei ganz heiteren Septembertagen folgende Werthe:

	Bagnères	Pic du Midi	Differenz
Mittlere Temperatur der Luft	22.3°	10.1°	12.2°
Mittlere Temperatur des Bodens	36.1°	33.8°	2.3°
Differenz	13.8°	23.7°	
Absolute Maxima der Lufttemperatur	27.1°	13.2°	
Absolute Maxima der Bodentemperatur	50.3°	52.3°	
Differenz	23.2°	39.1°	

Auch in 5 Centimeter Tiefe fand sich ein erheblicher Temperaturüberschuß auf der höheren Station: in Bagnères wurden 25.5°, auf dem Pic du Midi 17.1° gemessen; danach war der Boden in 5 Centimeter Tiefe in Bagnères um 3.2°, auf dem Pic du Midi aber um 7.0° wärmer als die Lufttemperatur.

Es ist kein Zweifel, daß die Vegetation im Gebirge und damit auch das Thierleben in erheblichem Maße hiervon beeinflußt wird, da sich in Höhen, die ohne die verstärkte Insolation unter ewigem Eise begraben sein würden, wenigstens an den der Besonnung ausgesetzten

Digitized by Google

Seiten Bedingungen für das Gedeihen zahlreicher Pflanzen einstellen. Diese Thatsache findet einen Ausdruck darin, daß, wie Hann anführt, polare Gegenden, die etwa die gleiche Lufttemperatur haben, wie Gebirgsorte, ganz außerordentlich viel ärmer sind an Pflanzenarten: auf dem Faulhorngipfel hat man auf einer Fläche von 4½ Hektaren 131 phanerogame Pflanzen gefunden, während der ganze Archipel von Spitzbergen, der, unter 80½° Nordbreite gelegen, die gleiche Mitteltemperatur hat, nur deren 93 aufweist. Trotz der langen sommerlichen Tagesdauer liegt hier die Temperatur des Bodens um 1° unter der der Luft, sodaß dieser kaum bis zu einigen Decimetern Tiefe aufthaut.

Dieselben Gründe, welche die Wärmeeinstrahlung während des Tages begünstigen, wirken auch auf die Verstärkung des nächtlichen Wärmeverlustes durch Ausstrahlung. Martins fand die Temperatur-Minima der Bodenoberfläche um 13.1° niedriger als die gleichzeitigen zu Bagnères. Hiernach könnte man erwarten, daß die am Tage stattfindende thermische Begünstigung des Bodens während der Nacht wieder vollständig ausgeglichen und so das Ergebnis für die Vegetation ein negatives würde. Dem wirkt jedoch der bekannte Vorgang entgegen, daß die am Erdboden erkaltete Luft in Folge ihrer größeren Schwere an geneigten Flächen abwärts fließt und neue Luft aus der freien Atmosphäre an ihre Stelle treten läßt, deren Temperatur weniger durch Ausstrahlung erniedrigt ist, da Luft ein erheblich schlechterer „Wärmestrahler" ist als Erde.

Der oben schon erwähnte Einfluß der günstigeren Bestrahlungswinkel der sonnenseitigen Bergabhänge ist von A. und F. von Kerner eingehend untersucht worden. An einem isolirten Hügel bei Innsbruck in 600 Meter Seehöhe und später in Trinz in 1340 Meter Seehöhe wurden in 80 Centimeter Tiefe Bodentemperaturen mehrere Jahre hindurch beobachtet. Das Ergebnis dieser Untersuchung führt Hann in folgender Tabelle an.

Exposition	In 600 m Höhe			In 1340 m Höhe		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
N	4.2	15.3	9.5	0.6	11.2	5.1
NE	4.4	17.0	10.6	0.9	11.6	5.5
E	4.0	18.6	11.3	0.4	12.6	5.9
SE	5.1	19.7	12.6	1.5	13.4	7.5
S	5.3	19.3	12.6	2.4	13.4	7.8
SW	6.6	18.3	12.7	3.1	12.9	7.8
W	5.5	18.5	12.2	2.6	12.6	7.4
NW	4.5	16.0	10.2	2.0	11.9	6.5
Mittel	5.0	17.8	11.5	1.7	12.5	6.7
Amplitude	2.6	4.4	3.2	2.7	2.2	2.7

Im Winter zeigte sich die Exposition nach SW in beiden Höhenlagen als die günstigste, während im Sommer SE und S bevorzugt

Digitized by Google

erscheinen. Hann erklärt diese Thatsache durch den täglichen Gang der Bewölkung: im Winter sind die Nachmittage im Gebirge heiterer, als die Vormittage, im Sommer veranlaßt der aufsteigende Luftstrom nachmittägige Zunahme der Wolken- und Gewitterbildungen.

Wie bei allen Bodentemperaturen verspäten sich auch hier die Extreme beträchtlich: das Maximum wurde in 600 m Höhe bei der Exposition E 67° S am 4. September mit 20.8°, in 1340 m Höhe bei E 76° S am 25. August mit 15.0°, das Minimum am ersteren Orte bei der Exposition N 7° E am 5. März mit 3.3°, am letzteren bei N 13° E am 23. Februar mit —0.8° gefunden; die Jahresschwankung ist 17.5° und 15.8°.

Es leuchtet ein, daß die Höhe der Schneegrenze von diesen Verhältnissen sehr beträchtlich beeinflußt wird, die in Folge derselben in der nördlichen gemäßigten Zone auf den Nordabhängen erheblich tiefer hinabreicht, wie auf den Südhängen.

Abgesehen von den polnahen Gegenden, haben die Gebirge jeder Hemisphäre ihre von der Sonnenstrahlung begünstigten und ihre zurückgesetzten Abhänge, auf der nördlichen sind die Südhänge, auf der südlichen die Nordhänge bevorzugt, in den Äquinoctialgegenden sind Nord- und Südhänge gleichmäßig bedacht. Hieraus entwickeln sich dann oft auf engem Raume recht krasse klimatische Unterschiede, bei denen nicht selten im Frühjahr die Südhänge in voller Vegetation prangen, während die Nordhänge noch unter Eis starren. (Fortsetzung folgt.)

Bemerkung zu der Niederschlagskarte.

Die Leser dieser Zeitschrift werden mit Genugthuung bemerken, daß auf der Niederschlagskarte nunmehr auch der letzte Rest der ominösen blauen Farbe an der Westgrenze des Deutschen Reichs verschwunden ist. Die Niederschlagsvertheilung ist zum ersten Male im Rahmen der Karte vollständig dargestellt worden. Diesen neuen Fortschritt verdanken wir der liebenswürdigen Unterstützung des Herrn Professor A. Angot, des hochverdienten Meteorologen im französischen Centralbureau.

Die Anregung zur Aufhellung der westlichen Nachbargebiete auf der Karte ging von Herrn M. Snellen, dem angesehenen Direktor des Königlich Niederländischen meteorologischen Instituts, aus. Er beklagte sich brieflich beim Herausgeber dieser Zeitschrift darüber, „daß auf unserer Karte die Niederlande blau angestrichen würden, als ob sie ins Meer versunken wären". Zugleich bot er seine Hülfe an, sein Vaterland auf der Karte wieder bis über die Oberfläche des Meeres emporzuheben. Schnell und leicht ist diese Hebung bewerkstelligt. Nur die Zuidersee hat sich noch nicht daran betheiligen können. Auf dem rauhen Boden der Wirklichkeit läßt sich eine solche Arbeit schwerer ausführen als auf dem Papier.

Nach diesem ersten Erfolg bedurfte es nur einer bescheidenen Anfrage bei Herrn Angot, um auch den blauen Farbenton in der Südwestecke der Karte

Digitized by Google

zum Verschwinden zu bringen. Alle Leser werden mit dem Herausgeber der Zeitschrift und dem Verfasser der Karte sich den genannten Herren zu großem Dank verpflichtet fühlen.

Aus Paris laufen nun monatlich die meteorologischen Beobachtungen von 11, aus de Bilt bei Utrecht die von 12 Stationen ein. Beiträge zur kartographischen Darstellung und zur Monatsübersicht der Witterung liefern nunmehr in Deutschland die meteorologischen Centralanstalten von Preußen, Bayern, Sachsen*, Württemberg, Baden und Elsaß-Lothringen*, sowie die Deutsche Seewarte; ferner die Institute von Dänemark*, Rußland, Oesterreich*, Ungarn*, Italien, der Schweiz*, Frankreich*, Belgien und Holland*. Das Material zum Entwurf der Isobaren- und Isothermenkarten liefert auf Grund der Wetterberichte der Deutschen Seewarte Herr Weidenhagen, Vorsteher der Wetterwarte der Magdeburgischen Zeitung, in dankenswerther Weise. Die Institute der mit einem Stern bezeichneten Länder senden handschriftliche Mittheilungen ein. Dr. W. Meinardus.

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im Januar 1900.

Die Witterung ist im ersten Monat des Jahres durchschnittlich milde, feucht und trübe gewesen. Der Charakter der Jahreszeit kam mehr in häufigen Schneefällen, als in ungewöhnlich niedrigen Temperaturen zum Ausdruck. Die mittlere Temperaturschwankung war in Folge der großen Bewölkung, welche die Extreme mäßigt, sehr klein.

Der Witterungsverlauf wurde durch oftmalige Veränderungen in der Luftdruckvertheilung ein sehr wechselvoller. Im Allgemeinen war die Tendenz zu hohem Luftdruck im Osten und im Südwesten vorhanden, während Mitteleuropa häufig einer flachen Luftdruckfurche angehörte, die ein Depressionsgebiet im Nordwesten mit einem südlich der Alpen gelegenen verband. Die Anfangs hohe Temperatur begann im Osten zu sinken, als sich am 5. nach dem Abzug einer Depression hoher Luftdruck über dem nordwestlichen und westlichen Rußland festsetzte. Im Westen herrschte dagegen milde oceanische Witterung bis zum 13., worauf auch hier unter dem Einfluß hohen Druckes im Norden kalte nordöstliche Winde einsetzten. Es erfolgte ein empfindlicher Temperaturrückgang, der zu den niedrigsten Temperaturen des Monats führte, die bis zu -10^0 unter den normalen lagen. Indessen trat schnell wieder Erwärmung ein, die mit einer tiefen Depression im Nordwesten ostwärts fortschritt. Nach unbedeutenden Temperaturschwankungen erfolgte eine weitere Erwärmung als vom 22. ab einige sehr tiefe Depressionen mit stürmischen Winden von der norwegischen Küste ostwärts vordrangen und den hohen Luftdruck im Nordosten verdrängten. Eine Depression, die am 27. im Nordwesten erschien, schlug aber wieder eine südöstliche Richtung ein, verflachte sich über Mitteleuropa und vereinigte sich dann mit dem ständigen Gebiet niedrigen Luftdrucks über dem Mittelmeer südlich der Alpen. Da sich gleichzeitig hoher Luftdruck über Nordeuropa ausbreitete, kamen kalte nordöstliche Winde zur Herrschaft. Diese Luftdruckvertheilung ist für Schneefälle in unserem Gebiet typisch. Diese begannen am 28. und hielten bis zum Monatsschluß an. Die nordöstlichen Winde wurden besonders am letzten Tage des Monats an der Küste stürmisch, als ein Minimum mittelmeerischen Ursprungs von weniger als 745 mm über Ostdeutschland einem Maximum von mehr als 775 mm über Finmarken gegenüber lag.

Die mittlere Monatstemperatur lag im Nordosten und an der Ostseeküste etwas unter, sonst über der normalen, nach Süden und Südwesten nahm die

Digitized by Google

positive Abweichung bis zu $3^1/_2{}^0$ (in der Rheinebene) zu. Der Temperaturgegensatz zwischen West und Ost war daher größer als unter normalen Verhältnissen im Januar. Die beigegebene Isobarenkarte läßt erkennen, daß der westliche Theil Mitteleuropas zum oceanischen, der östliche dagegen zum kontinentalen Regime gehörte. — Die höchsten Temperaturen fielen auf den Beginn der ersten oder letzten Dekade, sie erreichten im Südwesten fast 13^0 C. Am 14. oder 15. Januar sanken die Temperaturen am tiefsten, besonders tief im Nordosten (unter -20^0 im östlichen Pommern.)

Ebenso wie die Temperatur überstieg die Niederschlagsmenge den normalen Werth am bedeutendsten im Südwesten: Alfeld in den südlichen Vogesen hatte 362 mm, Ruhestein im mittleren Schwarzwald 381 mm Niederschlag. Der Überschuß wird kleiner nach Nordosten zu und verschwindet fast in Hinterpommern und Ostpreußen. Die Zahl der Niederschlagstage war aber auch hier, wie überall, sehr groß, und mehr als die Hälfte aller Tage des Monats waren Schneetage. Besonders schneereich waren die Mitte der zweiten und das Ende der dritten Dekade. Am Monatsschluß betrug die Schneehöhe auf dem Feldberg im Schwarzwald mehr als 1 m. In den niederen Lagen war hier die Schneedecke im Allgemeinen von geringer Mächtigkeit und kurzer Dauer, da Regenfälle rasch mit ihr aufräumten. Erst gegen Ende Januar bedeckte sich der Boden wieder überall mit Schnee.

Die auffallendste Erscheinung des Monats war die große Bewölkung. In Südwestdeutschland waren im Durchschnitt mehr als $^9/_{10}$ des Himmels bedeckt. Im badischen Bericht findet sich die Bemerkung, daß seit Einrichtung des Stationsnetzes (1868) kein Monat so trübe gewesen ist. Im nördlichen Baden waren stellenweise alle Tage trübe (Bewölkung größer als 8); Karlsruhe hatte die Bewölkung 9.8 im Monatsmittel! Dementsprechend war die Sonnenscheindauer überall sehr klein. Die wenigsten Sonnenscheinstunden hatten Breslau (7), Berlin (9), Marburg (4), Hohenheim bei Stuttgart (9), Karlsruhe (8). Hier wurden nur 2 bis 4% der möglichen Dauer erreicht. Klare Tage gab es nur im äußersten Nordosten. Dr. W. Meinardus.

Ein vielfacher Blitzstrahl.

Von A. E. Kennelly.*)

In der beigegebenen Figur ist ein sehr bemerkenswerther mehrfacher Blitzstrahl abgebildet, welcher mittels Photographie von J. M. Justice von seinem Wohnhause aus in Frankford (Pa), welcher Ort ungefähr 10 km nordöstlich von Philadelphia liegt, aufgenommen wurde. Von dem Hause aus hat man einen freien Ausblick von Westen über Norden bis Osten. Am 10. August v. J. zog zwischen 9 Uhr und 9 Uhr 30 Minuten ein Gewitter von Norden her gegen das Haus. J. M. Justice machte während desselben neun Blitzaufnahmen auf 10×15 cm Cramer—Crown—Platten mit Benützung einer Linse von 26.4 cm Brennweite; das umstehende Bild wurde bei der achten Aufnahme erhalten. Die Funkenlänge nahm auf den Bildern umsomehr zu, je mehr das Gewitter herannahte; auf dem neunten Bilde beträgt dieselbe mehr als 13 cm, obwohl nicht der ganze Strahl aufgenommen wurde. Die Blitzstrahlen scheinen vom Himmel zur Erde zu gehen. Während der achten Aufnahme blies der Wind stoßweise von Nordwest her; zur selben Zeit ging ein heftiger Regen

*) Aus „Zeitschrift für Elektrotechnik" (Wien) 1899. Heft 52.

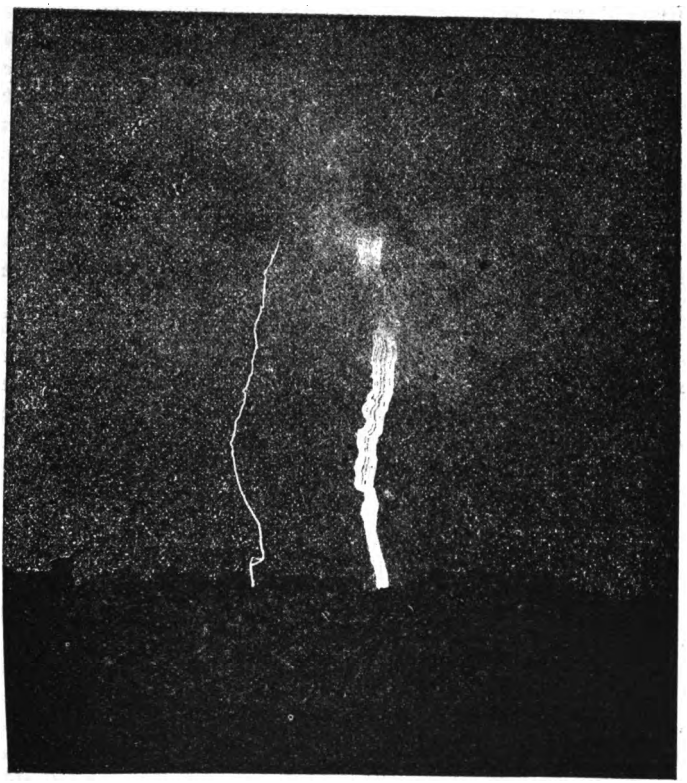
Digitized by Google

nieder, welcher zehn Minuten lang andauerte. Die Camera war genau gegen Nordwest gerichtet. Die Platte war nur einige Sekunden um 9 Uhr 20 Minuten ausgesetzt, während welcher Zeit zuerst der links sichtbare schwache Blitzstrahl und hierauf der starke Strahl aufgenommen wurde. Der letztere war außerordentlich stark und schien länger zu dauern, als ein gewöhnlicher Strahl. J. M. Justice, welcher im Sekundenzählen sehr geübt ist, schätzt die Zeit zwischen dem Niedergange des Blitzstrahles und dem darauf folgenden Donnerschlag auf etwas weniger als zwei Sekunden; sicher hat dieselbe weniger als drei Sekunden betragen. Die Platten wurden unmittelbar nach der Aufnahme mit Pyrogallussäure entwickelt und in keiner Weise verändert. Auf zwei Platten bestand der Strahl, wenn man ihn mit der Lupe betrachtete, aus zwei parallelen Linien, welche mehr durch einen dunklen Streifen getrennt waren. Der bei der achten Aufnahme abgebildete Strahl bestand jedoch aus 14 getrennten Linien. Die Abbildung ist eine genaue positive Reproduktion eines Theiles der Negativplatte in gleicher Größe. Die 14 Linien lassen sich am Negativ von oben an, welche Stelle ungefähr einem Orte entspricht, der circa 10^0 über dem Horizonte liegt, genau in getrennter Weise verfolgen. Der Strahl ist oben am breitesten; an der untersten Stelle, welche einer Erhebung von $1^0\,45'$ über dem Horizonte entspricht, scheinen die Linien in ein einziges breites Lichtband von 18′ Winkelbreite überzugehen. Der Abstand der einzelnen Lichtlinien von einander ist nicht gleich, aber ist stets auf der ganzen Länge der Linien sehr regelmäßig eingehalten. Die Ausbeugungen des Strahles, welche an einzelnen Stellen sichtbar sind, sind bei allen 14 Linien in übereinstimmender Weise vorhanden. Die Beleuchtung der Landschaft während der Blitzentladung war so stark, daß die Umrisse der Objekte und Bäume auf der Negativplatte scharf erkennbar sind. Wie aus einer ebenfalls abgebildeten Wetterfahne erkennbar ist, war die Windrichtung zur Zeit der Entladung parallel zur photographischen Platte. Nach genauen Messungen, die mittels eines Sextanten an den am Horizonte sichtbaren Objekten vorgenommen wurden und aus den Dimensionen der Camera ergab sich, daß 1 cm der Bildfläche im Raume einem Winkel von 121.2 Minuten entsprach, so daß ein Winkelgrad ungefähr 5 mm auf der Platte einnimmt. Die Stelle, wo der untere Theil des Strahles in den Bäumen scheinbar verschwindet, ist ungefähr 7.5 m höher gelegen, als die Camera; die Entfernung der Camera von den Bäumen betrug 670 m.

Die Richtung, in welcher der Strahl niederging, konnte genau verfolgt werden, es war aber, selbst als man bis 1600 m Entfernung ging, weder an einem Baume, noch am Boden eine Spur des Blitzes kenntlich. Die Entfernung des Blitzstrahles von der Camera ist daher nicht genau bekannt. Sie war jedenfalls größer als 670 m, weil der Blitz hinter den Bäumen (Friedhof) zu verschwinden schien, aber kleiner als 1035 m, weil die Zeit zwischen der Wahrnehmung des Blitzstrahles und des Donnerschlages sicher weniger als drei Sekunden betrug. Das Mittel dieser beiden Entfernungen würde 790 m betragen.

Die Winkelbreite des Strahles am oberen Theile in den Wolken beträgt, wie am Negative abgemessen werden konnte, 32 Minuten, die Breite am unteren Ende 18 Minuten. Unter Annahme der Entfernung von 790 m ergiebt sich, daß der Strahl am oberen Ende 7.5 m, am unteren Ende 4.15 m breit war. Die auf der Platte sichtbare Länge des Strahles entspricht 10^0 Winkelmaß, d. i. einer thatsächlichen Länge von 140 m. Alle Dimensionen sind natürlich der angenommenen Entfernung proportional und würden sich mit dieser in gleichem Maße ändern.

Digitized by Google



Es erübrigt nun noch, eine Erklärung der merkwürdigen Erscheinung zu geben. Die vielfachen Linien auf der Platte können nicht dadurch entstanden sein, daß eben die Platte während der oscillatorischen Blitzentladung sich in horizontaler Richtung bewegte. In diesem Falle hätten die Objekte am Horizonte undeutliche Bilder ergeben müssen, was aber nicht der Fall ist. Aus der Schärfe dieser Bilder muß gefolgert werden, daß der Strahl thatsächlich die angegebene Winkelbreite hatte; die wahren Breitemaße könnten nur dann angegeben werden, wenn die Entfernung genau bekannt gewesen wäre.

Wenn die Windgeschwindigkeit quer zur Visirlinie zur Zeit des Blitzschlages je 48 km per Stunde (13 m p. s.) angenommen wird, so wäre zur Zurücklegung eines Weges von 7.5 m, welcher dem oberen Ende des Strahles entspricht, eine Zeit von 0.568 Sekunden erforderlich gewesen. Man kann die Erscheinung so erklären, daß man annimmt, daß ein Strahl, welcher dem äußersten Streifen auf der linken Seite entspricht, zuerst durch die Luft ging; die Entladung mag eine oscillatorische gewesen sein und eventuell bis zu $^1/_{100}$ Sekunde gedauert haben. Auf diese Entladung mag eine zweite, da sich neuerlich Elektricität auf der Wolke ansammelte, in etwa $^1/_{30}$ Sekunde gefolgt sein. Die Entladung ging, da die Leitungsfähigkeit auf dem Wege, den die erste Entladung durch die Luft genommen hatte, noch sehr gut war, genau durch denselben Weg zur Erde. So mögen in Folge der unvollkommenen Leitungsfähigkeit der Wolken successive 14 Entladungen durch denselben Weg gegangen sein, wobei die Zwischenzeit zwischen zwei Entladungen beiläufig je $^1/_{25}$ Sekunde betragen hat. Während der gesamten Dauer der Entladungen wurde der leitende Weg in der Luft durch den

Digitized by Google

Wind senkrecht zur Visirlinie beiläufig 7,5 m weit verschoben. Die geringere Breite des Lichtbandes am unteren Ende kann entweder durch eine geringere Windgeschwindigkeit in der Nähe der Erdoberfläche oder dadurch, daß die Windrichtung daselbst nicht senkrecht zur Visirlinie, eventuell dadurch, daß alle Entladungen zu einem gemeinsamen Punkte auf der Erdoberfläche konvergirten, verursacht worden sein. Der Winkel von 18° an der Ausbuchtung des Bandes würde bedeuten, daß die vom ersten Strahle durchschlagene Luftstrecke eine nach abwärts gerichtete Geschwindigkeits-Komponente hatte, falls der erste Strahl dem ersten Streifen auf der linken Seite des Bandes entspricht, dagegen eine aufwärts gerichtete Geschwindigkeits-Komponente, wenn der erste Strahl dem letzten Streifen auf der rechten Seite entspricht.

Wenn man daher annimmt, daß die Entfernung 670 m und die Windgeschwindigkeit 48 km per Stunde betrug, so läßt sich die Erscheinung erklären, wenn man annimmt, daß 14 in ungefähr einer halben Sekunde aufeinander folgende Blitzentladungen stattfanden. Legt man eine doppelt so große Entfernung zu Grunde, was wohl als äußerste Grenze anzusehen ist, so würde sich für die Dauer dieser wunderbaren Erscheinung die Zeit von einer Sekunde ergeben. S.

Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

Sonnenring. Am 5. d. Mts. zeigte sich hier um 5—5½ Uhr p (m. e. Z.) ein sehr schöner farbiger Sonnenring von etwa 22° R mit Nebensonnen. Der Ring war nach oben und unten nicht ganz geschlossen, der innere Rand deutlich roth gefärbt und scharf, der äußere mehr verwaschen, aber wiederholt mit gut erkennbarer blauer Färbung. Einen Nebensonnenkreis habe ich nicht erkennen können. An den Schnittpunkten einer durch die Sonnenmitte gedachten Horizontalen erschienen die Nebensonnen in Form außerordentlich hell glänzender vertikaler Streifen.

Am West- und Südhimmel wurden um dieselbe Zeit aus N ziehende Cirren beobachtet, über dem Sonnenring sehr schön ausgebildete Wogenwolken mit mehrfachen Streifen in der Zugrichtung der Wolken.

Nienburg a. W., den 6. März 1900. J. Weineck.

Beiträge zur Klimatologie des Großen Belchen (1394 m Höhe).

Von Oberlehrer Wirz.

(Fortsetzung.)

Aus den dieser Art gewonnenen Werthen ergiebt sich, daß der tägliche Gang der relativen Feuchtigkeit einerseits durch die Temperatur, andererseits durch die Höhenlage bedingt ist. Bei beiden Stationen entspricht dem höhern Stand der Temperatur am Mittag das Minimum der relativen Feuchtigkeit. Dagegen zeigt sich ein erheblicher Unterschied beider Stationen für die Morgen- und Abendbeobachtungen. Während in Gebweiler die Morgenbeobachtungen ein deutlich ausgeprägtes Maximum aufweisen, macht sich für den Belchen eher eine, allerdings nur schwach ausgeprägte, Neigung zur Bildung eines Maximums in den Abendstunden geltend, jedenfalls kein Überwiegen der relativen Feuchtigkeit am Morgentermin. Diese zwischen der Thal- und der Höhenstation offenbar vorhandene Verschiedenheit des täglichen Ganges der relativen Feuchtigkeit ist durch die Temperatur-Verhältnisse an den beiden Beobachtungsterminen, theilweise auch

Digitized by Google

durch den wechselnden Gang der Windbewegung zu erklären. Die während des Tages längs der Bergwände aufsteigende Luftmasse führt den Wasserdampf der Thalschichten mit sich; in Folge dessen muß sich besonders am Nachmittag auf der Höhe die relative Feuchtigkeit steigern; während der Nacht treten bei umgekehrtem Gang des Windes auch die umgekehrten Feuchtigkeitsverhältnisse ein.

Im jährlichen Gang weist der April für beide Stationen das Minimum der relativen Feuchtigkeit auf, während dasselbe sonst in Deutschland fast durchweg in den Mai fällt*); der Belchen hat das Maximum im Februar, Gebweiler in den beiden Monaten December und Januar. Die jährliche Amplitude der relativen Feuchtigkeit ist für den Belchen 9% (korrigirt 17%), also nur rund $^2/_5$ ($^4/_5$) derjenigen von Gebweiler, wo sie 21% beträgt.

Der Gang der absoluten Feuchtigkeit zeigt engen Anschluß an den der Temperatur sowohl im täglichen als auch im jährlichen Verlauf: Maximum des Dampfdruckes zur Zeit der höchsten, Minimum zur Zeit der niedrigsten Tages- bezw. Jahrestemperatur. Die jährliche Amplitude ist für die Gipfelstation 5.7, für Gebweiler 7.0; der Abnahme der Amplitude der Temperatur mit der Erhebung entspricht also ganz deutlich die Abnahme der Amplitude des Dampfdruckes.

Die Bewölkung.

Um einen Überblick über die Bewölkungsverhältnisse zu ermöglichen, wird für die einzelnen Beobachtungstermine der von Wolken bedeckte Theil des ganzen Himmelsgewölbes in Zehnteln der gesamten Fläche abgeschätzt. Aus diesen Beobachtungen ergeben sich auf den drei Stationen für die einzelnen Termine und im Mittel die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Werthe.

Da aber die aus den Terminbeobachtungen abgeleiteten Mittelwerthe kein hinreichend scharfes Bild für die Bewölkungsverhältnisse bieten, sind die sämtlichen Beobachtungen des Belchen auch noch in der Weise gruppirt, daß die extremen Werthe 0, d. h. wolkenloser Himmel, und 10, d. h. vollständig bedeckter Himmel, von den dazwischen liegenden Werthen getrennt wurden. Die so gewonnenen Zahlen wurden dann in Procente der Gesamtzahl der Beobachtungen umgerechnet, außerdem aber sämtliche Tage noch nach dem Gesichtspunkte hin geordnet, daß die Zahl der in der Meteorologie als „heitere" bezeichneten Tage, d. h. solcher, deren mittlere Bewölkungsziffer unter 2 bleibt, und die der „trüben", d. h. solcher, deren mittlere Bewölkung über 8 beträgt, bestimmt und

Mittlere Bewölkung.

	Belchen (90—95)				Gebweiler (90—94)				Belchen (90—94)	Mülhausen (92—95)				Belchen (92—95)
	7a	1p	9p	Mittel	7a	1p	9p	Mittel	Mittel[1])	7a	1p	9p	Mittel	Mittel[1])
Jan.	7.0	7.1	6.2	6.7	5.4	4.9	3.7	4.7	6.6	7.7	6.5	5.7	6.6	6.8
Febr.	5.6	5.7	5.4	5.6	4.7	4.1	3.0	3.9	5.7	7.2	6.3	6.0	6.5	6.8
März	5.9	5.9	5.4	5.7	4.0	4.1	3.0	3.7	5.5	5.0	4.9	3.9	4.6	5.4
April	4.8	5.6	4.3	4.9	3.2	4.0	3.0	3.4	4.9	4.1	4.5	4.0	4.2	4.3
Mai	6.1	6.6	5.8	6.2	4.6	4.8	4.0	4.5	6.2	5.5	6.3	5.9	5.9	5.9
Juni	5.8	6.1	5.9	5.9	4.0	4.2	3.6	3.9	6.0	5.1	5.8	6.0	5.6	5.7
Juli	6.2	6.4	5.7	6.1	4.6	4.6	3.6	4.3	6.3	5.5	5.5	5.1	5.4	5.5
August	5.6	5.5	4.2	5.1	3.4	3.5	2.6	3.2	5.1	4.8	4.7	3.8	4.4	4.5
Sept.	5.0	5.3	4.3	4.9	3.8	3.8	3.0	3.5	5.5	5.1	4.8	4.6	4.8	5.1
Oktbr.	7.1	6.9	6.2	6.7	5.4	5.0	4.1	4.8	6.8	4.7	6.5	5.9	6.6	4.7
Nov.	7.0	6.8	6.4	6.7	6.7	6.0	5.0	5.9	6.8	8.3	7.6	7.1	7.7	8.3
Decbr.	6.1	5.7	5.7	5.8	6.0	5.5	4.9	5.5	5.3	7.9	6.7	7.3	7.3	6.0
Jahr	6.0	6.1	5.4	5.8	4.7	4.5	3.6	4.3	5.9	6.1	5.8	5.4	5.8	5.8

*) Vergl. Dr. van Bebber, Lehrbuch der Meteorologie. S. 117.

[1]) Die mittleren Bewölkungsziffern für die Terminbeobachtungen sind nicht angegeben, da ihr Gang von dem der Periode 90—95 nur wenig abweicht.

Digitized by Google

die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Tagen dieser beiden Arten für die einzelnen Monate und das Jahr in Procenten berechnet wurde. Die so gewonnenen Zahlen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Dieselben sind also so zu verstehen, daß beispielsweise unter 100 Januartagen um 7 Uhr vormittags 25 vollständig wolkenlosen, 64 vollständig wolkenbedeckten Himmel aufweisen, daß dagegen die Gesamtsumme der Bewölkung für die drei Terminbeobachtungen eines Tages an 16 Tagen die Zahl 6 (Durchschnitt 2) nicht erreicht, an 46 die Zahl 24 (Durchschnitt 8) überschreitet.

Bewölkung auf dem Belchen (90—95).

	Häufigkeit der drei Klassen in Prozenten									Wahrscheinlichkeit in % der	
	7 a			1 p			9 p				
	0	1—9	10	0	1—9	10	0	1—9	10	heitern Tage	trüben Tage
Januar	25	11	64	22	16	62	32	14	54	16	46
Februar*)	35	19	46	32	23	45	42	9	49	30	38
März	32	16	52	24	33	43	40	13	47	25	38
April	37	28	35	23	44	33	45**)	22	33**)	30	26
Mai	18	37	45	11	52	37	22	37	41	11	34
Juni	19	43	38	9	63	28	22	37	41	18	23
Juli	19	36	45	10	57	33	27	33	40	16	31
August	26	34	40	17	59	24	42**)	29**)	29**)	21	23
September	33	31	36	22**)	48	30	44	24	32	31	28
Oktober	12	31	57	20	39	41	30	16	54	15	43
November	20	21	59	19	27	54	31	13	56	16	48
December	29	18	53	30	27	43	37	12	51	32	39
Jahr	25	27	48	20	41	39	34	22	44	21	35

Wie aus den beiden Tabellen zu ersehen, herrscht trotz der örtlichen Nähe ein ganz erheblicher Unterschied zwischen der Gipfelstation, der Thalstation und der Fußstation in der Ebene. Besonders fällt die Abweichung in den Bewölkungsziffern zwischen Belchen und Gebweiler einerseits und Gebweiler und Mülhausen andererseits in die Augen; Gebweiler bleibt im Jahresdurchschnitt um 1.6 hinter dem Belchen zurück, während Mülhausen mit der Gipfelstation im Jahresmittel übereinstimmt.

Noch auffallender sind die Gegensätze, wenn die einzelnen Jahreszeiten in Betracht gezogen werden. Für diese ergeben sich folgende Zahlen:

	Belchen (90—94)	Gebweiler (90—94)	Mülhausen (92—95)
Frühling	5.5	3.9	4.5
Sommer	5.8	3.8	5.1
Herbst	6.4	4.7	6.4
Winter	5.9	4.7	6.8

Während also für Gebweiler Herbst und Winter einerseits, Frühjahr und Sommer andererseits gleiche oder doch nahezu gleiche Bewölkungsziffern aufweisen und ein recht erheblicher Unterschied in der Bewölkung zwischen den beiden Gruppen zu Tage tritt, zeigt der Belchen eine auffallend starke Bewölkung in den Herbstmonaten, das Minimum der Bewölkung im Frühjahr, während Sommer und Winter nahezu gleiche Bewölkungsziffern haben. Mülhausen, die reine Niederungsstation, dagegen zeigt auffallend hohe Winter- und Herbst-, niedrige Frühjahrsbewölkung, die Sommerbewölkung liegt zwischen beiden Extremen. Es

*) Die Beobachtungen eines Tages fehlen.
**) Die Beobachtung eines Tages fehlt.

Digitized by Google

bestätigt dies die allgemein beobachtete Thatsache, daß in der starken mittleren Bewölkung der Niederungen die vielen Herbst- und Winternebel stark in's Gewicht fallen*).

Die aus den Angaben der Terminbeobachtungen folgende Thatsache, daß für den Belchen das Maximum der Tagesbewölkung auf die Mittagsbeobachtungen, für die Fußstationen dagegen auf die Morgenbeobachtungen fällt, dürfte durch die bei der Besprechung der Feuchtigkeitsverhältnisse erwähnte Bewegung der Luftmassen zwischen Thal und Höhe zu erklären sein.

Die Niederschläge.

In der Eingangs erwähnten sorgfältigen und eingehenden Specialarbeit von O. Rubel über die Niederschlagsverhältnisse des Ober-Elsaß konnten die Verhältnisse des Belchen nur für die Zeit von 1889—92 berücksichtigt werden, so daß die folgenden, einen um zwei Jahre längeren Zeitraum benutzenden Daten eine wohl wünschenswerthe Ergänzung jener Untersuchung bilden dürften**).

Um die mittleren Monatswerthe der Niederschlagsmengen, die ja wegen der ungleichen Länge der einzelnen Monate nicht streng vergleichbar sind, vergleichbar zu machen, sind dieselben nach dem Vorgang von Dr. H. Meyer***) auf die Normallänge von 30 Tagen reducirt worden, indem das Monatsmittel des Februar mit 1.06, die der Monate mit 31 Tagen mit 0.97 multiplicirt wurden. Die reducirten Werthe wurden sodann in Procente der Gesamtmenge umgerechnet. Um ein Bild für die Grenzen zu geben, innerhalb deren sich durchschnittlich die Niederschlagsmengen der einzelnen Monate bewegen, sind die Quotienten aus den mittleren Abweichungen der einzelnen (unreducirten) Monatssummen und dem (unreducirten) Mittelwerth derselben gebildet worden, d. h. die Größen, die als mittlere relative Abweichungen bezeichnet werden. Dieselben sind für die positiven und negativen Abweichungen getrennt aufgeführt. Auf eine Angabe der Zahl der positiven und negativen Abweichungen wurde wegen der Kürze der Beobachtungsperiode verzichtet. Die Zahl der Tage mit Niederschlag ist in der Form angegeben, daß die Wahrscheinlichkeit eines Tages mit Niederschlag in Procenten für die einzelnen Monate berechnet wurde. Dabei sind als Niederschlagstage diejenigen gerechnet, an denen überhaupt ein meßbarer Niederschlag vorhanden war. Für den Belchen sind weiter die Tage mit Niederschlag auch noch in der Weise gruppirt, daß die Niederschlags-Wahrscheinlichkeit für die Tage mit Niederschlag überhaupt und für diejenigen mit mehr als 1 mm getrennt berechnet wurden.

Für jede der beiden Stationen ist ferner noch die Niederschlagsdichte, d. h. der Quotient aus den Niederschlagshöhen und der Zahl der Tage mit Niederschlag bestimmt worden.

Die so bestimmten Werthe nebst den extremen Monats- und Tagesmengen und den absoluten Schwankungen sind in den beiden folgenden Tabellen zusammengestellt.

Die Niederschlagsverhältnisse der Thal- und der Höhenstation sind, trotz der geringen horizontalen Entfernung, ganz enorm verschieden. Mit der Erhebung nimmt sowohl die Zahl der Tage mit Niederschlägen als auch ganz be-

*) Vergl. Hann, Klimatologie. S. 180.

**) Die Niederschlagsmenge des Monats Februar 1893 ist bei der Mittelbildung nicht benutzt worden, weil in Folge von Schneeverwehungen die Angaben unsicher, jedenfalls zu hoch sind.

***) Dr. H. Meyer: Anleitung zur Bearbeitung meteorologischer Beobachtungen für die Klimatologie. S. 133.

Digitized by Google

Niederschlagsverhältnisse auf dem Belchen (90—95).

	Reducirte Höhe		Mittlere relative Abweichungen		Extreme Monatswerthe		Absolute Schwankung	Wahrscheinlichkeit in % eines Tages mit mehr als		Dichtigkeit	Größte Tagesmenge	
	mm	%	+	—	Max.	Min.		0.0 mm	1.0 mm	mm	Betrag mm	Datum
Januar	197	10.2	0.35	0.35	363	116	247	55	52	19.9	64	23. 92
Febr.*)	186	9.9	1.34	0.90	448	7	441	39	35	15.9	61**)	6. u. 8. 92
März	156	8.1	0.52	0.26	318	74	244	48	42	10.7	71	16. 92
April	105	5.6	0.60	0.59	188	0.7	187	43	33	8.1	48	24. 90 7. 91
Mai	126	6.6	0.44	0.41	197	48	149	58	48	7.2	46	19. 95
Juni	149	7.9	0.13	0.13	183	119	64	53	47	9.3	60	4. 91
Juli	172	9.0	0.32	0.20	235	129	106	55	48	10.1	48	12. 95
August	109	5.6	0.47	0.47	267	20	247	42	36	8.6	35	13. 90
Septbr.	86	4.6	0.53	0.53	202	11	191	40	30	7.2	30	27. 91
Oktober	193	10.0	0.15	0.31	271	109	162	55	48	11.7	71	25. 92
Novbr.	187	9.9	0.25	0.50	290	63	227	57	47	11.0	95	12. 95
Decbr.	248	12.8	0.56	0.56	479	24	455	48	47	17.1	81	1. 95
Jahr*)	2044	100	0.13	0.09	2329	1835	494	49	43	11.5	95	12. XI. 95

sonders die Menge derselben erheblich zu. Die Menge des jährlich in Gebweiler niederfallenden Wassers beträgt kaum mehr als den dritten Theil derjenigen des Belchen. Der Grund hierfür ist vorwiegend in dem Umstand zu suchen, daß in der Regel die aus westlichen Richtungen wehenden Winde für unsere Gegenden die Niederschläge bringen. Indem jene gegen den nach Westen gerichteten Hang unseres Gebirges anstoßen, werden sie zu einer aufwärts gerichteten Bewegung gezwungen, sie kühlen sich dabei ab und geben in Folge dessen bereits auf der Westseite des Gebirges einen erheblichen Theil ihres Wassergehaltes ab. Nachdem sie den Gebirgskamm überschritten haben, fließen sie gegen die auf der Ostseite liegenden Thäler ab, kommen unter stärkeren Druck, erwärmen sich, und in Folge dessen wird ihre relative Feuchtigkeit geringer; es bildet also das Gebirge geradezu einen Schirm für unser Thal, es entzieht gleichsam den von Westen her kommenden Winden ihre Feuchtigkeit und läßt sie so trockener zu uns gelangen. Andererseits trägt auch die bei Besprechung der Feuchtigkeitsverhältnisse erwähnte, durch das Gebirge verursachte lokale Windbewegung zur Vermehrung der Niederschläge auf dem Berggipfel bei, indem sie vielleicht zur Bildung von Nachmittags-Gewittern und -Regengüssen Veranlassung giebt***).

Der Gesamtsumme der Monatsmengen entsprechen auch die Extreme der Niederschläge an einzelnen Tagen, sowie die Dichtigkeit der Niederschläge überhaupt. Während der Belchen innerhalb der fünfjährigen Periode 1890—94 an einem Tage eine Menge von 71 mm (die von 98,1 mm am 22. II. 93 ist wegen der Schneeverwehungen am Regenmesser unsicher) aufzuweisen hat, steigt das Maximum für Gebweiler in derselben Periode nur bis zu 35 mm, also bis auf die Hälfte des Betrages auf dem Belchen. Ebenso ist die mittlere Dichtigkeit der Niederschläge auf dem Belchen mit 11,1 mm nahezu die doppelte derjenigen in Gebweiler, wo sie nur 5,9 mm beträgt.

Von ganz hervorragendem Einfluß ist natürlich die Höhenlage auf die Form der Niederschläge, ob sie in flüssigem oder festem Zustande erfolgen.

*) Die Beobachtungen des Jahres 1893 sind nicht berücksichtigt.

**) Der Betrag von 98.1 am 22. II. 93 ist unsicher.

***) Vgl. Hann, Klimatologie. S. 205.

Digitized by Google

Niederschlagsverhältnisse auf dem Belchen und in Gebweiler.

	Gebweiler (1890—94)									Belchen (1890—94)								
	Reducirte Höhe		Extreme Monatswerthe		Absolute Schwankung	Wahrscheinlichkeit eines Tages mit Niederschlag in %	Dichtigkeit	Größte Tagesmenge		Reducirte Höhe		Extreme Monatswerthe		Absolute Schwankung	Wahrscheinlichkeit eines Tages mit Niederschlag in %	Dichtigkeit	Größte Tagesmenge	
	mm	%	Max.	Min.			mm	Betrag mm	Datum	mm	%	Max.	Min.			mm	Betrag mm	Datum
Januar . . .	51	7.6	117	13	104	26	6.6	33	22. 90	166	8.8	228	116	112	52	10.7	64	23. 92
Februar [1] . .	35	5.3	94	1	93	25	4.8	15	10. 93	224	12.2	448	7	441	50	15.1	61 [2]	6. u. 8. 92 [2]
März . . .	40	5.9	68	10	58	26	5.2	28	10. 91	125	6.7	171	74	97	45	9.2	71	16. 92
April . . .	34	5.1	44	0	44	27	4.2	24	16. 94	100	5.5	188	0.7	187	40	8.3	48	24. 90 7. 91
Mai	63	9.4	103	22	81	32	6.5	28	28. 90	129	6.9	197	48	149	58	7.4	34	27. 90
Juni	59	8.9	108	42	66	37	5.3	23	2. 91	154	8.4	183	119	64	53	9 6	60	4. 91
Juli	75	11.0	122	44	78	42	5.9	35	10. 94	181	9.7	235	152	83	55	11 0	37	6. 91
August . . .	53	7.9	158	7	151	32	5.5	33	4. 90 u. 4. 93	110	5.8	267	20	247	42	8.7	35	13. 90
September . .	47	7.1	93	20	73	30	5.2	21	8. 94	101	5.5	202	43	159	43	7.8	30	27. 91
Oktober . . .	106	15.7	170	67	103	42	8.4	30	6. 93	192	10.2	271	109	162	52	12.3	71	25. 92
November . .	53	8.0	91	30	61	30	5.9	22	11. 94	167	9.1	255	63	192	53	10.4	70	2. 93
December . .	56	8.3	109	20	89	26	7.3	26	14. 91	205	11.0	367	24	343	42	16.3	65	29. 94
Jahr . . .	665 [3]	100	768	544	224	31	5.9	35	10. VII. 94	1978	100	2329	1835	494	49	11.1	71 [2]	16. 3. u. 25. 10. 92 92 [2]

[1]) Für den Belchen ist der Februar 1893 nicht berücksichtigt worden.
[2]) Der Betrag von 98,1 am 22. II. 93 ist unsicher.
[3]) Für die Periode von 1881—90 ist die Niederschlagshöhe von O. Rubel zu 820 mm berechnet worden; diese Summe weicht also recht erheblich von derjenigen der Periode 90—94 ab; der Grund hierfür ist in der ganz außerordentlichen Trockenheit der Jahre 1892 und 93 zu suchen.

Digitized by Google

Wegen der ungleichen Länge der Monate sind in der Tabelle wieder nicht die direkten Zahlen angegeben, sondern es ist die Wahrscheinlichkeit der Tage mit Schneefall, Hagel oder Graupel, sowie auch der Tage mit Nebel für die einzelnen Monate in Procenten berechnet. Wir finden beispielsweise, daß unter 100 Januartagen auf dem Belchen durchschnittlich 48, in Gebweiler nur 10 mit Schneefall zu erwarten sind. Noch auffallender ist der Unterschied in der Zahl der Tage mit Nebelbildung, die im Jahresdurchschnitt auf dem Belchen mehr als das Vierfache derjenigen in Gebweiler beträgt.

Die mittlere schneefreie Zeit, d. h. die ununterbrochene Folge von Tagen ohne Schneefall, betrug in der sechsjährigen Periode von 1890—95 107 Tage, womit natürlich nicht gesagt ist, daß während der übrigen Zeit der Berggipfel ständig mit Schnee bedeckt, oder aber, daß während der 107 Tage der Gipfel vollständig ohne Schneebedeckung sei, indem in den meteorologischen Beobachtungen nur die Tage verzeichnet sind, an denen überhaupt Schnee gefallen, gleichgültig ob und wie lange derselbe liegen blieb. *)

Die kürzeste schneefreie Zeit hatte der Belchen im Jahre 1890; sie währte vom 12. Juni bis zum 30. August, betrug also nur 78 Tage. Das Jahr 1893 weist die längste schneefreie Zeit auf vom 8. Mai bis zum 24. September, also 138 Tage. Der mittlere letzte Tag mit Schneefall ist der 31. Mai, der erste

Tage mit Schneefall, Hagel, Graupel und Nebel.

	Belchen (90—95)			Gebweiler (90—94)		
	Wahrscheinlichkeit eines Tages mit			Wahrscheinlichkeit eines Tages mit		
	Schnee %	Hagel oder Graupel %	Nebel %	Schnee %	Hagel oder Graupel %	Nebel %
Januar	48	0.6	59	10	0	25
Februar	37	2.3	61	10	0.7	13
März	35	0.0	58	12	0	8
April	28	2.6	37	0	0	3.3
Mai	15	5.8	48	0	0.6	3.2
Juni	3	2.7	42	0	0	2.6
Juli	0	1.0	45	0	0.6	1.3
August	1	1.0	43	0	1.3	0
September	4	1.7	42	0	0	0
Oktober	17	1.0	58	1.3	1.3	18
November	25	0.0	68	1.3	0	33
December	33	0.0	62	8	0	31
Jahr	—	—	52	—	—	12

der 16. September. Interessant ist auch die Thatsache, daß seit Bestehen der Station auf dem Berggipfel (Juli 1888) in jedem Monat des Jahres mindestens einmal ein Schneefall stattgefunden hat.

Für Gebweiler betrug in der dreijährigen Periode von 1890—92 die mittlere schneefreie Zeit 251 Tage, also nahezu $^7/_{10}$ des Jahres, während sie auf dem Belchen in der sechsjährigen Periode kaum $^3/_{10}$ des Jahres ausmachte.

(Fortsetzung folgt.)

*) Wünschenswerth wäre es, wenn durch eine genau durchgeführte Statistik auch die mittlere Zeit, während welcher der Gipfel eine Schneedecke trägt, sowie auch die durchschnittliche Mächtigkeit der letzteren bestimmt werden könnte.

Digitized by Google

Die Witterung in Thüringen 1899.

Von Friedrich Treitschke in Erfurt.

Die in den Jahrgängen des „Wetter" von 1883 ab erschienenen Auszüge aus den Aufzeichnungen der Stationen Erfurt, Schmücke und Inselsberg beschränken sich in diesem Jahre auf das Material der beiden erstgenannten Stationen, da auf dem Inselsberg seit vorigem Sommer wegen Mangels an einem geeigneten Beobachter keine Aufzeichnungen mehr gemacht werden.

Die Lage der beiden Stationen ist folgende:

Schmücke (S) λ 40.48, φ 50.39, H 911.

Erfurt (E) λ 11.4, φ 50.58, H 219.1 (Thermometer 221 m).

Eine nähere Beschreibung derselben sowie die früheren Publikationen finden sich in den älteren Jahrgängen des „Wetter" *).

Station Schmücke, die bisher als dritter Ordnung von dem preußischen Meteorologischen Institut geführt worden war, erhielt das Instrumentarium von I nebst der Englischen Hütte, die in ausreichender Entfernung von den Gebäuden aufgestellt wurde. Sie enthält das Psychrometer mit Aspirator, die Extremthermometer und einen Richardschen Thermographen; im Frühjahr 1900 wird ein Hygrograph aus der genannten Werkstätte hinzukommen. Ein Barograph ist auch vorhanden; leider konnte für den Sonnenschein-Autographen kein passender freier Platz gefunden werden.

Die Station fungirt nun als etatsmäßige Station zweiter Ordnung, das vollständige Material ist vom 1. November 1899 ab vorhanden; als Beobachter fungirt der Waldwart Rausch. Die Beobachtungsergebnisse werden seit 1. Januar 1900 in der Klimatologischen Monatsübersicht der Preußischen statistischen Korrespondenz publicirt.

Den Angaben der „Abweichungen vom Normalen" bei E liegen 17-jährige Mittel zu Grunde, für S sind sie späteren Publikationen vorbehalten, da das Material noch nicht vollständig bearbeitet ist, jedoch wurden die Jahresmittel der Temperatur an der Hand einer 12-jährigen

*) Wetter, Jahrgang II. 1885 pag. 38 (A. und R. Faber, Magdeburg); III. 1886 p. 8 (Paul Frohberg, Leipzig); und in denen bei Otto Salle in Braunschweig, seit 1897 in Berlin, erschienenen Jahrgängen: IV. 1887 p. 65; V. 1888 p. 54; VI. 1889 p. 108; VII. 1890 p. 59; VIII. 1891 p. 102; IX. 1892 p. 107; X. 1893 p. 78; XI. 1894 p. 105; XII. 1895 p. 83; XIII. 1896 p. 73; XIV. 1897 p. 97; XV. 1898 p. 73; XVI. 1899 p. 97.

Digitized by Google

Reihe benutzt. Bei Berechnung der Temperaturabnahme für je 100 m Erhebung ist die Abweichung vom Normalen für die einzelnen Monate berechnet, und zwar nach einer 17-jährigen Reihe, für die Höhenstation vom Jahre 1883—1896 nach dem Material vom Inselsberg, von da ab nach dem von S. Es schien dies statthaft bei der Nachbarschaft und der fast gleichen Seehöhe der Stationen. Den Abweichungen in der Windstärke von E liegen 12 Jahre Anemometerregistrirungen zu Grunde.

Zu der Tafel „Temperaturdifferenzen zwischen S und E nach Gradstufen geordnet" sei zur Ergänzung vorliegende Zusammenstellung der Scheitelwerthe angefügt:

	7 a			2 p			9 p			Mittel		
	Max.	Min.	Schwant.	Max.	Min.	Schwant.	Max.	Min.	Schwant.	Max.	Min.	Schwant.
Jan.	7.0	—1.2	8.2	8.0	—2.2	10.2	7.6	—2.4	5.2	7.2	—1.8	9.0
Febr.	7.2	—4.6	11.8	7.6	—3.6	11.2	7.5	—3.6	11.1	7.0	—0.5	7.5
März	7.9	—7.6	15.5	9.1	1.8	10.9	6.6	—1.3	7.9	7.1	—1.1	8.2
April	7.6	1.0	6.6	8.0	3.8	4.2	7.2	2.9	4.3	6.8	4.3	2.5
Mai	7.1	1.2	5.9	7.3	1.0	6.3	7.3	1.1	6.2	6.3	2.1	4.2
Juni	9.3	—1.6	10.9	8.8	0.6	8.2	6.0	1.8	4.2	6.2	2.1	4.1
Juli	5.9	—1.3	7.2	7.7	—1.6	9.3	6.2	2.1	4 1	5.7	1.9	3.8
Aug.	6.4	—4.0	10.4	7.9	1.2	6.7	6.4	—0.2	6.6	5.9	0.0	5.9
Sept.	6.6	—0.9	7.5	8.0	1.7	6.3	6 3	0.3	6.0	6.5	2.6	3.9
Okt.	6.2	—9.4	15.6	9.2	—10.7	19.9	6.3	—3.1	9.4	5.6	—5.9	11.5
Nov.	6.8	—6.8	13.6	7.5	—3.3	10.8	6.6	—1.4	8.0	6.6	—3.2	9.8
Dec.	7.2	—7.7	14.9	11.2	—8.2	19.4	6.6	—9.6	16.2	6.2	—8.5	14.7

Die übermäßige Abnahme der Temperatur mit der Höhe ist entweder eine Äußerung der regelmäßigen Jahresperiode, derzufolge die größten Werthe auf den Frühling, die geringsten auf den Herbst fallen, oder es liegen föhnartige Erscheinungen vor.

Zählen wir diejenigen Tage, deren Temperaturmittel die doppelte Differenz ergeben, als die der Jahresmittel, nämlich in diesem Falle $0.55 \times 2 = 1.1$, die mit anderen Worten größer sind als 1^0 auf 100 m, so finden wir für 1899:

im Januar 2, d. h. + 1.69 gegen den 13 jährigen Durchschnitt,
„ Februar 1, „ + 0.77 „
„ März 1, „ + 0.62 „

In den übrigen Monaten liegen keine Fälle vor; es ergiebt dies Fehlbeträge gegen den 13 jährigen Durchschnitt für April 0.38, Mai 0.62, Juni 0.16, Juli 0.16, August 0.08, September ±0, Oktober 0.23, November 0.16, December 0.31; für das Jahr + 1.0.

Föhnartige Wetterlagen finden wir auch im Jahre 1899, z. B. in der ersten Dekade des Januar, sodann besonders am 19.—22. bei schwachen südlichen Winden. Die Temperaturunterschiede im Tagesmittel betragen 6.0^0 bis 7.2^0, der Hygrograph*) verzeichnet dauernd Werthe

*) Der Basisstation.

Digitized by Google

von 70 bis 53 % herab, am 22. 2 p ergab das Psychrometer sogar 47 %. Die Höhenstation hatte am 19. und 20. 99—100 %, am 21. und 22. ging sie ebenfalls bis auf 68 % herab bei heiterem Himmel. Es scheint nunmehr ein Alpenföhn vorzuliegen, der in der Höhe bisweilen bis nach Thüringen zu spüren ist. In der That finden wir auf dem Münchener Wetterbericht am 19. und 20. für die Alpenvorlande Föhn notirt. Ähnlich scheint es am 11. Februar gewesen zu sein, wo die relative Feuchtigkeit in S und E auf 45 % resp. 38 % herabging, und am Anfang des November, dessen föhniger Charakter schon in dem Monats-

1. Luftdruck.

Termin-Ablesung { S 600 mm + / E 700 " + }

Monat	7a			2p			9p			Mittel			Luftdruck-Schwankung	
	S	E	Diff. S/E	S	E	Diff. S/E	S	E	Diff. S/E	S	E	Diff. S/E	S	E
Januar	79.5	39.9	60.4	79.2	39.9	60.7	79.3	40.0	60.7	79.3	39.9	60.6	37.2	43.0
Februar	81.8	42.9	61.1	82.0	43.0	61.0	82.4	43.4	61.0	82.1	43.7	61.0	27.8	30.0
März	82.3	43.8	61.5	82.3	43.1	60.8	82.7	43.9	61.2	82.4	43.6	61.2	25.4	27.0
April	78.5	38.7	60.2	78.6	38.3	59.7	79.2	39.0	59.8	78.8	38.7	59.9	21.8	25.0
Mai	82.3	42.2	59.9	82.2	41.6	59.4	82.3	42.1	59.8	82.3	42.0	59.7	19.4	22.3
Juni	84.2	43.1	58.9	83.7	42.6	58.9	83.9	42.8	59.9	83.9	42.8	58.9	18.3	18.2
Juli	85.8	44.4	58.6	85.5	43.8	58.3	85.9	44.2	58.3	85.7	44.1	58.4	18.8	21.1
August	86.3	45.0	58.7	86.0	44.3	58.3	86.1	44.5	58.4	86.1	44.6	58.5	12.8	13.6
Septbr.	80.4	39.2	58.8	80.2	38.9	58.7	80.9	39.8	58.9	80.5	39.3	58.8	16.4	17.7
Oktober	85.6	45.9	60.3	85.8	45.7	59.9	86.1	46.1	60.0	85.8	45.9	60.1	20.7	24.6
November	87.3	47.8	60.5	87.0	47.5	60.5	87.2	47.7	60.5	87.2	47.7	60.2	18.0	22.6
December	79.5	41.5	62.0	79.5	41.6	62.1	79.6	41.7	62.1	79.5	41.6	62.1	26.1	28.3
Summe	993.5	514.4	720.9	992.0	510.3	718.3	995.6	515.2	720.6	993.6	513.3	719.4	262.7	293.4
Mittel	82.8	42.9	60.1	82.7	42.5	59.8	82.9	42.9	60.0	82.8	42.7	59.9	21.9	24.5
Abweichung v. Normalen	—	+0.5	—	—	+0.5	—	—	+0.6	—	—	+0.5	—	—	—

Digitized by Google

2. Temperatur.

Termin-Ablesung

Monat	7a S	7a E	2p S	2p E	9p S	9p E	Mittel S	Mittel E
Januar	—2.5	1.8	—1 5	3.7	—2.3	2.0	—2.2	2.4
Februar	—2.9	0.2	0.5	5.4	—1 7	1.9	—1.5	2.4
März	—2.9	—0.1	1.8	7.7	—2.0	2.0	—1.3	2.9
April	1.5	6.2	5.1	11.2	1.8	6.9	2.5	7.8
Mai	5.6	9.9	9.9	14.7	6.0	10.4	6.9	11.4
Juni	10.0	12.8	14.1	18.7	9.2	13.5	10.6	14.6
Juli	12.5	15 6	16.4	21.1	11.9	16.2	13.2	17.3
August	12.4	13.7	17.3	22.1	11.7	14.9	13.3	16.4
September	7.6	11.6	10.5	16.0	7.4	11.5	8.2	12.6
Oktober	4.0	4.5	7.7	12.6	4.3	6.7	5.1	7.6
November	1.9	5.5	3.7	9.2	2.5	6.6	2 6	7.0
December	—7.0	—4.5	—5.4	—2.3	—6.7	—4.7	—6.5	—4.1
Summe	40.2	77.2	80.1	140.1	42.1	87.9	50.9	98.3
Mittel	3.4	6.4	6.7	11.7	3.5	7.3	4.2	8.2
Abweich. v. Normal.	—	—	—	—	—	—	+0.3	+0.5

Extreme

Monat	Mittlere Maxima S	Mittlere Maxima E	Mittlere Minima S	Mittlere Minima E	Absolute Maxima S	Absolute Maxima E	Absolute Minima S	Absolute Minima E
Januar	—0.3	5.1	—4.0	—0.5	4.6	12.1	—9.8	—12.9
Februar	1.8	6.8	—4.4	—2.6	10.2	18.1	—14.0	—13 0
März	2.6	8.7	—5.0	—2.7	12.5	18.5	—16 0	—13 4
April	5.7	12.7	—0.5	2.9	15.0	19.5	—4.5	—4.3
Mai	10.4	16.0	3.3	6.1	20.6	25.7	—3.3	1.1
Juni	14.8	20.3	6.6	8.0	23.1	26.7	1 5	2.6
Juli	17.0	22.5	9.8	11.6	26.8	31.3	5.0	7.1
August	17.9	22.9	9.3	9.9	26.1	30.6	4.8	6.0
September	11.0	17.1	5.8	8.3	22.2	28.1	0.5	3.3
Oktober	8.8	13.5	1.7	2.7	14.2	20.9	—2.5	—3.5
November	4.8	10.0	0.9	3.9	16 8	20.1	—5.5	—2.4
December	—4.1	—1.1	—8.6	—7.8	4 5	10.6	—16.5	—20.8
Summe	90.4	154.5	14.9	39.8	196.6	262.2	—60 3	—50.2
Mittel	7.5	12.9	1.2	3.3	16.4	21.9	—5.0	—4.2

Extreme Tagesschwankung / Tagesmittel

Monat	Mittlere Tagesschwankung S	Mittlere Tagesschwankung E	Größte Tagesschwankung S	Größte Tagesschwankung E	Tagesmittel Höchstes S	Tagesmittel Höchstes E	Tagesmittel Niedrigstes S	Tagesmittel Niedrigstes E
Januar	3.7	5 6	8.0	13.9	3.2	9.4	—7.6	—9.4
Februar	6.2	9.4	13.1	17.3	8.3	14.3	—11.0	—8.1
März	7.6	11.4	12.3	19.4	5.4	12.5	—11.6	—5.2
April	6.2	9.8	12.6	17.4	8.1	12.6	—2.1	2.4
Mai	7.1	9.9	16.6	18.7	14.5	19.6	—1.2	4.4
Juni	8.2	12.3	14.2	18.9	16.7	20.1	4.8	10.3
Juli	7.2	10.9	13.6	17.8	20.2	23.5	6.9	11.9
August	8.6	13.0	13.4	18.7	20.4	22.4	7.0	11.6
September	5.2	8.8	12.7	18.1	16.7	13.2	2.4	5.5
Oktober	7.1	10 8	14.6	17.5	10.6	15.2	—0.2	1.9
November	3.9	6.1	9.7	17.3	10.7	15.7	—3.8	0.2
December	4.5	6.7	9.0	13.8	3.0	7.6	—14.8	—16.4
Summe	75.5	114.7	149.8	208.8	137.8	186.1	—31.2	9.1
Mittel	6.3	9.6	12.5	17.4	11.5	15.5	—2.6	0.8

Digitized by Google

2. Temperatur.

Monat	Temperatur-Abnahme pro 100 m Erhebung von der Basisstation nach den Höhenstationen				Abweich. v. Normalen	Tagesm. Temperatur-Umkehr.	Frosttage		Eistage		Sommertage	
	7 a	2 p	9 p	Mittel			S	E	S	E	S	E
Jan.	0.62	0.75	0.64	0.67	+0.35	2	27	15	18	5	—	—
Febr.	0.45	0.85	0.52	0.57	+0.10	1	18	18	11	4	—	—
März	0.41	0.86	0.58	0.61	+0.00	1	22	19	10	2	—	—
April	0.68	0.88	0.74	0.76	+0.12	—	16	7	—	—	—	—
Mai	0.62	0.69	0.64	0.65	+0.00	—	5	—	—	—	—	2
Juni	0.42	0.68	0.62	0.57	−0.03	—	—	—	—	—	—	5
Juli	0.45	0.68	0.62	0.59	−0.04	—	—	—	—	—	1	8
August	0.19	0.69	0.46	0.45	−0.13	—	—	—	—	—	2	9
Septb.	0.58	0.80	0.59	0.64	+0.11	—	—	—	—	—	—	2
Oktob.	0.07	0.71	0.35	0.37	−0.18	6	11	12	—	—	—	—
Novb.	0.52	0.80	0.59	0.63	+0.21	1	12	6	2	—	—	—
Decbr.	0.36	0.45	0.29	0.36	−0.15	7	30	28	28	15	—	—
Sa.	5.37	8.84	6.64	6.87	—	18	141	105	69	26	3	26
Mittel	0.45	0.74	0.55	0.57	—	1.5	—	—	—	—	—	—
Abweich. v. Norm.	± 0	−0.05	+0.04	+0.02	—	−5	—	−6	—	−10	—	−3

Temperaturdifferenzen zwischen S und E nach Gradstufen geordnet.

Grade — gleich: Temperaturumkehrung	Januar				Februar				März				April			
	7a	2p	9p	T.-M.	7a	2p	9p	T.-M.	7a	2p	9p	T.-M.	7a	2p	9p	T.-M.
9.9 bis 9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
8.9 „ 8.0	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	1	—	—
7.9 „ 7.0	1	4	1	2	1	7	1	1	3	3	—	1	1	7	1	—
6.9 „ 6.0	4	9	2	3	3	4	1	1	2	8	6	3	7	9	5	5
5.9 „ 5.0	8	5	11	10	7	6	5	6	4	7	7	7	6	10	12	13
4.9 „ 4.0	10	6	10	9	4	3	12	8	7	1	5	10	7	2	8	12
3.9 „ 3.0	4	1	4	5	2	4	1	6	4	4	4	5	3	1	3	—
2.9 „ 2.0	—	—	1	—	2	2	1	1	2	1	3	1	3	—	1	—
1.9 „ 1.0	—	1	—	—	3	1	4	—	2	1	4	1	3	—	—	—
0.9 „ 0.0	—	—	—	—	1	—	1	4	2	—	1	2	—	—	—	—
−0.1 „ −1.0	3	2	—	1	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
−1.1 „ −2.0	1	—	1	1	1	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—
−2.1 „ −3.0	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
−3.1 „ −4.0	—	—	—	—	1	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—
−4.1 „ −5.0	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
−5.1 „ −6.0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
−6.1 „ −7.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
−7.1 „ −8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

	Mai				Juni				Juli				August			
9.9 bis 9.0	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.9 „ 8.0	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.9 „ 7.0	1	2	—	—	—	2	—	—	—	3	—	—	—	1	—	—
6.9 „ 6.0	4	5	2	1	1	1	1	1	—	4	2	—	1	5	2	—
5.9 „ 5.0	7	12	8	6	2	7	5	5	7	9	7	8	2	9	3	4
4.9 „ 4.0	8	3	13	16	5	6	16	6	6	7	12	10	5	9	5	8
3.9 „ 3.0	5	5	4	6	2	7	4	12	6	6	6	9	1	2	7	4
2.9 „ 2.0	4	3	2	2	6	2	3	6	4	—	4	3	5	4	6	6
1.9 „ 1.0	2	1	2	—	3	2	1	—	2	1	—	1	3	1	6	6
0.9 „ 0.0	—	—	—	—	7	1	—	—	4	—	—	—	1	—	1	3

Digitized by Google

— gleich	Mai				Juni				Juli				August			
Temperaturumkehrung	7a	2p	9p	T.-M.	7a	2p	9p	T.-M.	7a	2p	9p	T.-M.	7a	2p	9p	T.-M.
—0.1 bis —1.0	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	4	—	1	—
—1.1 „ —2.0	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	5	—	—	—
—2.1 „ —3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
—3.1 „ —4.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—

	September				Oktober				November				December			
11.9 bis 11.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
10.9 „ 10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.9 „ 9.0	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.9 „ 8.0	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.9 „ 7.0	—	5	—	—	—	5	—	—	—	5	—	—	1	1	—	—
6.9 „ 6.0	3	11	1	1	2	6	1	—	6	16	5	4	4	7	4	3
5.9 „ 5.0	9	4	6	11	1	7	1	5	7	3	9	9	7	6	4	8
4.9 „ 4.0	8	4	11	6	6	5	12	12	3	1	4	7	4	3	5	4
3.9 „ 3.0	4	2	7	7	5	1	4	2	5	2	7	4	2	2	4	5
2.9 „ 2.0	—	1	3	5	4	1	3	1	4	2	2	5	2	1	3	3
1.9 „ 1.0	1	1	1	—	—	2	2	2	1	—	—	—	4	1	3	—
0.9 „ 0.0	3	1	1	—	1	—	1	3	—	1	1	—	1	3	1	1
—0.1 „ —1.0	2	—	—	—	2	—	3	2	3	—	1	—	1	1	1	—
—1.1 „ —2.0	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	1	—	—	—	2	1
—2.1 „ —3.0	—	—	—	—	3	1	1	2	—	—	—	—	—	2	—	4
—3.1 „ —4.0	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	1	1	—	—
—4.1 „ —5.0	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—
—5.1 „ —6.0	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—
—6.1 „ —7.0	—	—	—	—	3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
—7.1 „ —8.0	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1
—8.1 „ —9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1
—9.1 „ —10.0	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
—10.1 „ —11.0	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Monat	3. Relative Feuchtigkeit. Koppe'sches Haarhygrometer %								4. Bewölkung. Grad 0—10		Zahl der heiteren Tage		Zahl der trüben Tage		Sonnenscheindauer in Stunden	
	7 a		2 p		9 p		Mittel									
	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	B	E
Jan.	95	85	91	78	95	83	94	82	7.6	8.1	4	2	20	18	40	30
Febr.	85	80	73	64	83	79	80	74	4.4	7.6	9	—	4	15	107	79
März	81	81	61	49	75	77	72	69	4.4	6.5	11	3	6	13	122	152
April	92	83	73	57	86	81	84	74	6.8	7.7	2	—	11	15	77	110
Mai	86	82	69	64	85	86	80	77	6.3	8.1	6	1	14	20	117	148
Juni	85	82	62	58	83	84	77	75	4.5	6.7	10	2	8	11	209	223
Juli	87	89	70	66	87	92	81	82	6.0	7.7	4	—	11	16	158	188
Aug.	87	83	62	46	83	81	77	70	3.9	6.8	15	1	5	12	253	236
Sept.	96	82	85	63	95	84	92	76	7.3	7.7	3	2	17	17	58	120
Okt.	85	90	72	55	85	86	81	77	4.1	5.7	11	7	4	10	150	152
Nov.	95	84	88	69	96	83	93	79	7.3	8.1	5	1	17	21	60	60
Dec.	94	87	89	76	94	86	92	83	6.4	8.2	2	—	12	19	50	60
Sa.	1068	1008	895	745	1047	1002	1003	918	69.0	88.9	82	19	129	187	1401	1558
Mitt.	89.0	84.0	74.6	62.1	87.3	83.5	83.6	76.53	5.8	7.4	6.8	1.6	10.8	15.6	—	—
Abw. v. Normal	—	—1	—	—5	—	—0.5	—	—1.5	—	+0.7	—	—10	—	+42	—	—6

Digitized by Google

Monat	5. Niederschlag.					
	Höhe mm		Max. in 24 Std.		Z. d. T. m. m. a. 0.2mm	
	S	E	S	E	S	E
Januar	123.1	23.8	23.7	5.7	10	10
Februar	50.5	10.0	16.4	2.0	6	8
März	43.7	9.9	19.0	3.5	9	8
April	143.4	36.3	19.9	9.8	18	15
Mai	**233.9**	**134.2**	**63.5**	22.2	17	19
Juni	94.6	43.7	47.6	20.9	8	10
Juli	168 4	100.6	42.6	22.4	13	13
August	50.1	51.3	13.6	27.0	9	7
September	213.3	85.5	29.2	**27.5**	18	18
Oktober	64.3	14 7	18.6	8.9	6	6
November	81.0	18.6	18.9	4.5	8	13
December	29.9	23.1	9.3	5.9	8	11
Summe	1296.2	551.7	322.3	160.3	130	138
Mittel	108.0	46.0	26.9	13.4	10.8	11.5
Abweich. v. Normalen	—	—5.5	—	—	—	—45

Monat	6. Hydrometeore.															
	Regen		Schnee		Hagel		Graupel		Thau		Reif		Rauhreif		Nebel	
	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E
Januar	4	13	8	10	—	—	—	5	—	—	—	8	16	2	9	3
Februar	5	6	4	5	—	—	—	—	—	3	—	10	5	1	2	2
März	4	8	8	6	—	—	—	1	—	1	—	14	3	—	9	—
April	15	23	8	2	—	1	1	2	—	3	—	3	4	—	16	—
Mai	13	19	5	1	—	—	—	1	—	12	1	—	2	—	10	2
Juni	9	14	—	—	—	—	—	—	11	20	—	—	—	—	6	—
Juli	12	17	—	—	—	1	—	—	8	21	—	—	—	—	11	—
August	9	12	—	—	—	—	—	—	16	22	—	—	—	—	6	—
Septbr.	18	24	—	—	—	1	—	—	3	11	—	—	—	—	11	—
Oktober	6	11	—	—	—	—	—	—	—	16	8	9	2	—	14	4
Novbr.	5	13	3	—	—	1	—	—	—	7	—	3	8	—	17	2
Decemb.	1	5	8	11	—	—	—	1	—	1	—	8	12	7	9	2
Summe	101	165	44	35	—	4	1	10	38	117	9	55	52	10	120	15
Mittel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	1.3
Abw. v. Norm.	—	—3	—	—11	—	+0	—	+1	—	—	—	—6	—	—1	—	—9

7. Elektrometeore.	Tage mit				8. Windhäufigkeit.									
	Gewitter		Wetterl.		N		NE		E		SE		S	
	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E
Januar	—	—	—	—	6	5½	—	10	6	2½	10	1½	52	22½
Februar	—	1	—	—	—	7½	—	7	1	10½	15	1	26½	16
März	—	—	—	—	—	8	2	8	—	1	21	1	16	11½
April	1	—	—	—	—	5	8	7½	8	½	1	3	31½	22
Mai	2	3	—	1	9	26½	—	6½	—	1	—	1	14	6½
Juni	1	3	—	—	—	18	6	10	—	9½	22	2	10	9½
Juli	5	8	—	6	1	9½	—	4½	11	4½	29	4	11	11
August	5	6	—	1	20	11½	1	9	—	3½	—	2	2	1½
Septbr.	1	4	3	3	7	9½	—	1½	—	½	2	1½	16	10
Oktober	—	—	—	—	6	6	7	8	18	5½	8	2½	23	6
Novbr.	—	—	—	—	2	6	—	2	—	1	5	2½	25	7
Decembr.	—	—	—	—	14	7½	11	8½	9	5½	—	—	27	11
Summe	15	25	3	11	65	120½	35	82½	53	45½	113	22	254	132½
Mittel	—	—	—	—	5.4	10.0	2.9	6.9	4.4	3.8	9.4	1.8	21 2	11.0
Abw. v. N.	—	+0	—	—1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24 stdl. Registrierung, Procent-Antheil an: der Windrichtung	—	10.0	—	7.7	—	4.4	—	1.6	—	11.7				
24 stdl. Registrierung, Procent-Antheil an: dem Windweg	—	7.0	—	5.5	—	3.0	—	0.9	—	16.0				

Digitized by Google

Monat	Windhäufigkeit								Geschwindigkeit km Windw.	9. Schneedecke cm	
	SW		W		NW		C				
	S	E	S	E	S	E	S	E	E	S	E
Januar	8	41	2	7	9	3	—	—	15054	31	9
Februar	13	32½	½	7½	28	2	—	—	9804	12	5
März	23	38½	17	17	14	8	—	—	12402	15	—
April	20½	36½	20	9½	1	5	—	1	12751	2	—
Mai	17	28	23	12½	27	10	—	1	9682	—	—
Juni	4	18	5	12½	40	9½	—	1	8596	—	—
Juli	11	30½	22	18	8	10	—	1	8077	—	—
August	5	42½	4	16	61	5	—	2	7894	—	—
September	37	41	10	19½	18	6½	—	—	11734	—	—
Oktober	16	46½	9	11½	6	6	—	1	9626	—	—
November	16	47	5	21	32	2½	—	1	10880	1	—
December	1	42	3	11	28	5½	—	2	9176	30	21
Summe	171½	444	120½	163	272	73	—	10	125676	91	35
Mittel	14.9	37.0	10.0	13.6	22.7	6.1	—	0.8	4.0 m/S	—	—
Abw. v. Norm.	—	—	—	—	—	—	—	—	+0.2 m/S	—	−18
24 stündl. Registr., d. Windr.		41.3	—	15.5	—	7.3	—	0.5	—	—	—
Procentanth. an: d. Windw.		42.4	—	17.9	—	7.3	—	—	—	—	—

mittel der relativen Feuchtigkeit sich ausspricht. Am 21. November zeigte das Psychrometer sogar 37%, die Wetterlage weist indes nur auf eine lokale föhnartige Luftströmung hin.

Die zu geringen Temperaturdifferenzen, welche wir, wenn sie in das entgegengesetzte Vorzeichen umschlagen, mit Temperaturumkehrungen bezeichnen, kommen in diesem Jahre, wegen der — mit Ausnahme des Decembers — zu milden Wintermonate, weniger häufig vor. Die Tagesmittel ergeben einen Betrag von 18, was einem Fehlbetrag von fünf Fällen entspricht.

Zu 4. 6. Die große Anzahl von heiteren und die geringe von trüben Tagen in S ist wiederum auffällig, und der Grund hierzu liegt in einer Unterschätzung seitens des dortigen Beobachters. Vielleicht tritt eine Änderung ein, wenn er sich an die Anbringung von Intensitätsexponenten bei der Schätzung der Bewölkung gewöhnt. Auch die Zahl der Regentage ist zu gering, was besonders im Sommer im Vergleich zu E auffällt. Thau und Reif sind in S nicht regelmäßig notirt, daher der Mehrbetrag von E.

Zu 7. Das registrirende Robinson-Anemometer zeigt im Jahresmittel einen kleinen Mehrbetrag der Windgeschwindigkeit, nämlich 4.0 statt 3.8 m/s des diesjährigen Durchschnitts. Eine sehr lebhafte Luftbewegung herrschte im Januar mit 5.6 m/s, in diesem Monat finden wir auch am 13. den höchsten Tagesbetrag mit 11.2 m/s und die höchste stündliche Windstärke an dem gleichen Tage 5a—6a von 16.1 m/s aus SW.

Digitized by Google

Die Sonnenstrahlung.

Von Richard Assmann.

(Fortsetzung aus Heft 3 *).

Wenn wir in unseren Ausführungen wiederholt feststellten, daß der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auf die Intensität der Wärmestrahlung von beherrschendem Einflusse ist, so könnte man daraus den Schluß ziehen, daß die durch die Sonnenstrahlung erzeugte Wärme der Luft und der Erdoberfläche vorwiegend von diesem Gesetze und dem der entgegengerichteten Wärme-Ausstrahlung abhängig sei. Im Laufe eines Jahres erhält offenbar jeder Breitengrad eine aus dem täglichen und jährlichen Gange der Sonnenhöhe sich ergebende bestimmte Strahlenmenge und es müßten demnach die Isothermen der Erdoberfläche parallel mit den Breitenkreisen verlaufen: auf der Erde würde dann das „solare Klima" herrschen.

In der That haben auch die Geographen des Alterthums, denen das Gesetz der Strahlungsintensität wohl bekannt war, die Abgrenzung der klimatischen Zonen ausschließlich unter diesem Gesichtspunkte vorgenommen: das Wort „Klima" selbst, das die Neigung der Erdaxe gegen die Sonne bezeichnet, hat gewissermaßen diese Auffassung verewigt. Die Klimate des Ptolemaeus waren nach solchen Zonen abgegrenzt, in denen vom Äquator bis zum Polarkreise die Dauer des längsten Tages um eine halbe Stunde zunahm; dieses Eintheilungsprincip hatte natürlich eine nach den Polen zu abnehmende meridionale Erstreckung der Klimazonen zur Folge, deren erste $8^1/_2$, deren vierundzwanzigste nur $^1/_{20}$ Breitengrad umfaßte.

Eine wasserlose Erde ohne Atmosphäre, ja eine solche ohne wasserdampfhaltige Atmosphäre würde allerdings nahezu vom „solaren Klima" beherrscht sein, wenn auch im letzteren Falle die absoluten Beträge der Wärme-Ein- und Ausstrahlung geringere sein würden. Erst das Vorhandensein des Wasserdampfes ist es, das durch mehr oder weniger wirksame Trübung der Atmosphäre den Durchgang der Wärmestrahlung örtlich modificirt. Ist aber erst die „normale" Vertheilung der Wärme gestört, sodaß auf demselben Breitenkreise wärmere und kältere Gegenden vorkommen, dann treten auch die hieraus — d. h. aus dem Gewichts-Unterschiede kälterer und wärmerer Luftmassen hervorgehenden Luftströmungen und in deren Folge die Meeresströmungen in Thätigkeit, welche Luft und Wasser von einem Parallelkreise nach dem anderen transportiren und damit durch Wärme-Austausch zwischen diesen das „solare Klima" beseitigen.

*) In den Aufsatz im 3. Hefte hat sich auf S. 56 ein Irrthum eingeschlichen, der hiermit verbessert sei. Die Annahme, daß die Intensität der von den Wolkenoberflächen reflektirten Strahlung ebenso wie die der direkten mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, entspricht nicht den Strahlungsgesetzen. Die Abnahme erfolgt vielmehr im einfachen Verhältnis der Entfernung.

Digitized by Google

Die sinnenfälligste Periodicität der Wärmeerscheinungen wird durch die im Laufe des Tages erfolgende Höhenänderung der Sonne bewirkt: besonders im Vorsommer und Herbst wird uns der Unterschied zwischen dem kühlen Morgen oder Abend und dem heißen Mittag auch in unserem gemäßigten Klima fühlbar, viel weniger dagegen im Winter und eigentlichem Hochsommer, wo entweder auch der Mittag kalt, oder auch die Nacht warm bleibt. In der Nähe des Äquators, wo die jahreszeitliche Schwankung der Sonnenhöhe eine geringfügige ist, fällt dieser Unterschied zwischen den Jahreszeiten, wie die Jahreszeiten selbst, fast gänzlich fort, und nur die tägliche Periode kommt zur Geltung. Der Charakter der „Jahreszeiten" wird dort nicht durch die Temperatur, sondern vorwiegend durch die Wind- und Regenverhältnisse bestimmt, die aber weniger an Ort und Stelle, als in den angrenzenden Gebieten der gemäßigten Zonen ihren Ursprung haben.

Dieser Herrschaft der Tagesperioden gesellt sich aber Schritt für Schritt nach den Wendekreisen zu der Einfluß der Jahreszeit hinzu und je mehr wir uns den Polen der Erde nähern, um so mehr überwiegt die letztere, bis sie endlich an diesen selbst so weit verschwindet, daß der sechsmonatige Tag mit dem Sommer und die ebensolange Nacht mit dem Winter in ihren thermischen Wirkungen zusammenfällt.

Es erscheint uns nicht wunderbar, daß ein einstündiger Sonnenschein nicht eine gleiche Erhöhung der Lufttemperatur hervorruft als ein zehnstündiger, selbst wenn dessen Wärme-Intensität während vieler Stunden geringer ist. In derselben Weise tritt in den Gegenden geringerer Sonnenhöhe die Dauer der Bestrahlung, d. h. die Tageslänge in erhöhte Wirksamkeit: ein sich über mehrere Monate erstreckender Hochsommertag der Pole wird deshalb trotz erheblich geringerer Sonnenhöhe eine größere Strahlungssumme aufweisen als die gleichzeitig nur 12 Stunden währenden unter dem Äquator.

Streng genommen kann dies wegen der in beiden Fällen außerordentlich verschiedenen Weglängen durch die Atmosphäre nur für die „obere Grenze" der Lufthülle gelten. Setzt man nach Wiener die Strahlenmenge, die der Äquator zur Zeit senkrechten Sonnenstandes am 20. März erhält, gleich 1000, so erhält man die relative Vertheilung derselben am 21. Juni durch folgende Werthe:

Nordpol	62°	43½°	Äquator	66½° S
1203	1092	1109	881	0

Hiernach ist die Bestrahluug des Nordpols am 21. Juni um 36 % größer als die gleichzeitige des Äquators und um mehr als 20 % größer als die größte, die der Äquator überhaupt bei seinem Zenitalstande der Sonne erhält. In seinem Sommerhalbjahre hat der Pol während

Digitized by Google

28 Tagen vor und nach der Sonnenwende, also während 56 Tagen eine größere Strahlungssumme als irgend ein Punkt der Erde und während 84 Tagen eine größere als gleichzeitig der Äquator. Der Südpol, der sich während seines Sommers in der Sonnennähe befindet, erhält deshalb zur Zeit seiner Sommer-Sonnenwende am 21. December noch um 83 Strahlungseinheiten mehr als der Nordpol am 21. Juni.

Die Symmetrie der beiden Erdhalbkugeln in Bezug auf die Sonnenstrahlung wird durch die eben erwähnten Unterschiede in der Entfernung des Centralkörpers nicht unerheblich gestört. Während des südhemisphärischen Sommers befindet sich die Erde nicht unbeträchtlich näher an der Sonne als während des Sommers der nördlichen Halbkugel und die Bestrahlung der ersteren ist deshalb intensiver; aber die Bewegung der Erde um die Sonne ist in der Zeit der Sonnennähe eine schnellere, sodaß die Zeit der südlichen Sonnendeklination um volle 8 Tage kürzer wird als die der nördlichen. So kommt es, daß die Ungleichheit der Strahlungs-Intensität genau aufgewogen wird durch die entgegengesetzte Ungleichheit der Länge der Zeit, welche die Erde zum Durchlaufen der beiden Theile ihrer Bahn gebraucht, und daß die beiden Hemisphären in allen Jahreszeiten gleiche Strahlenmengen erhalten.

Hann giebt in seinem „Handbuche der Klimatologie" eine kleine Tabelle, welche die Wärmesummen für die Solstitien und für die Zeiten der Zenitstände der Sonne unter dem Äquator, sowie unter 15° und 20° Nord- und Südbreite darstellt, die hier wiedergegeben sei.

Geogr. Breite	21. December Betrag der Sonnenstrahl.	Kulmination Zeit	Kulmination Betrag der Sonnenst.	21. Juni Betrag der Sonnenstrahl.	Kulmination Zeit	Kulmination Betrag der Sonnenst.
20° N	677	20. Mai	1041	1045	23. Juli	1034
15° N	749	1. Mai	1017	1012	12. Aug.	1008
Äquator	942	20. März	1000	881	23. Sept.	988
15° S	1081	8. Decb.	1061	701	3. Nov.	1053
20° S	1116	20. Jan.	1101	633	21. Nov.	1094

Hierzu bemerkt Hann: „Am Äquator hat die Sonnenstrahlung eine doppelte Periode, zwei Maxima um die Zeiten der Äquinoktien und zwei Minima zur Zeit der Solstitien. Die Ungleichheit dieser beiden Extreme rührt her von der verschiedenen Sonnenferne in den verschiedenen Perioden des Jahres. Letztere übt übrigens auch einen merklichen Einfluß auf die Eintrittszeiten der extremen Bestrahlung aus: das erste Maximum tritt schon etwas vor dem 20. März ein, das zweite erst am 14. Oktober statt am 23. September, wo die Sonne kulminirt. Der größte Unterschied der Bestrahlung beträgt am Äquator nur 12% und auch noch bis zu etwa 12° Nord- und Südbreite existirt

Digitized by Google

eine doppelte Jahresperiode, unter 15° Breite aber ist dieselbe schon einfach; in diesen Breiten ist die Strahlungsintensität während des ganzen Sommerhalbjahres nahezu konstant. Unter 20° Breite aber steigt der Unterschied der extremen Bestrahlungen schon auf 368 und 483, d. h. er ist drei- bis viermal größer als am Äquator.

Rückblick auf die Witterung im Jahre 1899.

Wenn man die Monats-Isobarenkarten des verflossenen Jahres durchblättert, bemerkt man bei aller Verschiedenheit in der Größe der Luftdruckgegensätze doch in allen Monaten außer dem December einen einheitlichen Charakterzug im Typus der Luftdruckvertheilung: nämlich hohen Luftdruck über oder nahe der Mitte des Kontinents oder im Westen und niedrigen im Norden bezw. Osten Europas. Die Kombination von hohem Luftdruck im Süden und niedrigem im Norden überwiegt in den Monaten Januar bis April, Oktober und November, die Kombination West—Ost dagegen in den Monaten der wärmeren Jahreszeit. Im Allgemeinen entspricht diese Form der Luftdruckvertheilung und ihre soeben angedeutete Verschiedenheit in der kälteren und wärmeren Jahreshälfte den normalen Verhältnissen. Indessen waren die Luftdruckgegensätze, also die Intensität des Typus ausgeprägter als gewöhnlich, und besonders in den erstgenannten Monaten. Aus diesem Verhalten erklärt es sich, daß das Jahr 1899 (abgesehen vom December) ebenso wie das ihm voraufgehende einen maritimen Charakter trug, indem nämlich die Zufuhr ozeanischer Luft in fast allen Monaten lebhafter war als sie sonst zu sein pflegt.

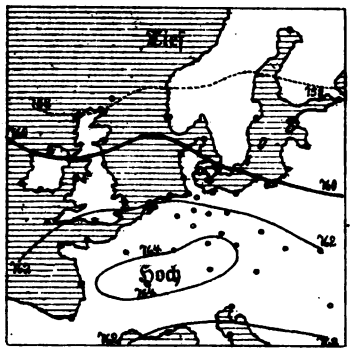
Rechnet man den milden December 1898 zu dem folgenden Jahr hinzu, spricht man also von dem meteorologischen Jahr 1899, so ergiebt sich wie 1898 wiederum ein Wärmeüberschuß von 1° bis $1^1/_2$° über das normale Mittel der Jahrestemperatur, eine Folge der erhöhten Wärmezufuhr vom Ozean in den Wintermonaten.

Nach dem abnorm warmen November v. J., in welchem die südnördlichen Luftdruckunterschiede größer waren als in irgend einem anderen Monate, verschwindet dieser winterliche Luftdrucktypus plötzlich, die Decemberkarte zeigt hohen Luftdruck im Nordosten, niedrigen im Westen. Hiermit trat zum ersten Mal seit langer Zeit ein kontinentales Witterungsregime auf, der December 1899 war der erste kalte Wintermonat seit Februar 1895. Und diese Umwälzung in der mittleren Luftdruckvertheilung war, wie sich im verflossenen Winter offenbarte, keine vorübergehende; vielmehr zeigen alle Monats-Isobarenkarten vom December bis März ein Maximum über dem Nordosten, ein Minimum im Westen und Süden, ein Luftdrucktypus, der im vergangenen Jahre bis zum December überhaupt nie so andauernd aufgetreten ist, daß er sich in den mittleren Luftdruckkarten der Monate Geltung verschafft hätte. — Diese Bemerkungen sollten dazu dienen, die Ansicht zu befestigen, daß in den Luftdruck-, ebenso wie in den Temperaturverhältnissen Tendenzen wirksam sind, welche Monate hindurch denselben Typus aufrecht zu erhalten suchen. Ein Studium der Ursachen, welche diese Erhaltungstendenz bestimmen, wird vermuthlich die Grundlage für die Vorausbestimmung des allgemeinen Witterungscharakters von Monaten oder Jahreszeiten liefern.

Der kalte December 1899 hat die positive Temperaturabweichung der voraufgehenden Monate des Jahres um einige Zehntel Grade C. herabgedrückt.

Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.
1900. Heft 4.

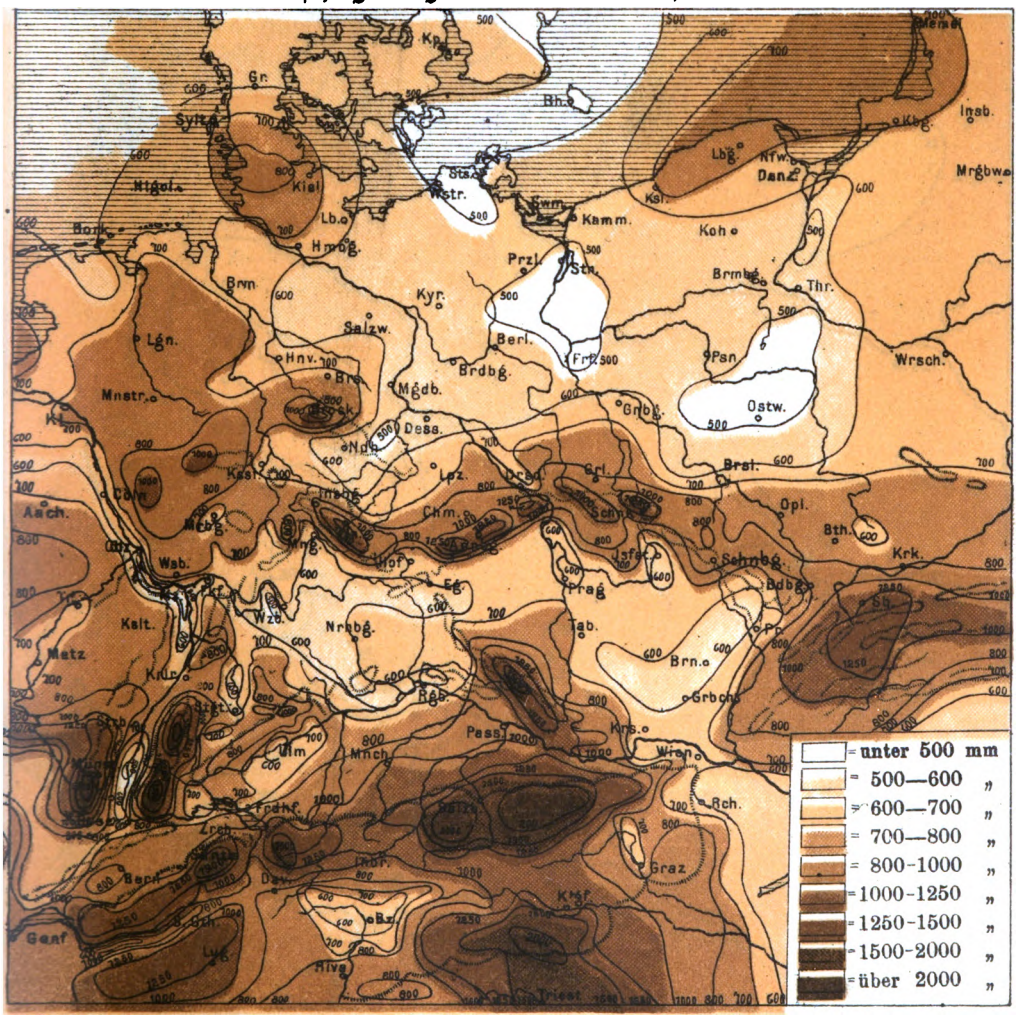


Mittlere Jahres-Isobaren.

Mittlere Jahres-Isothermen. (0½ früh)

Niederschlagskarte für das Jahr 1899.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.

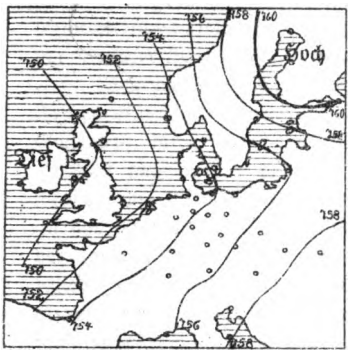


Digitized by Google

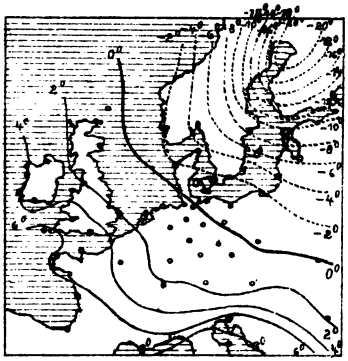
Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.

1900. Heft 4.



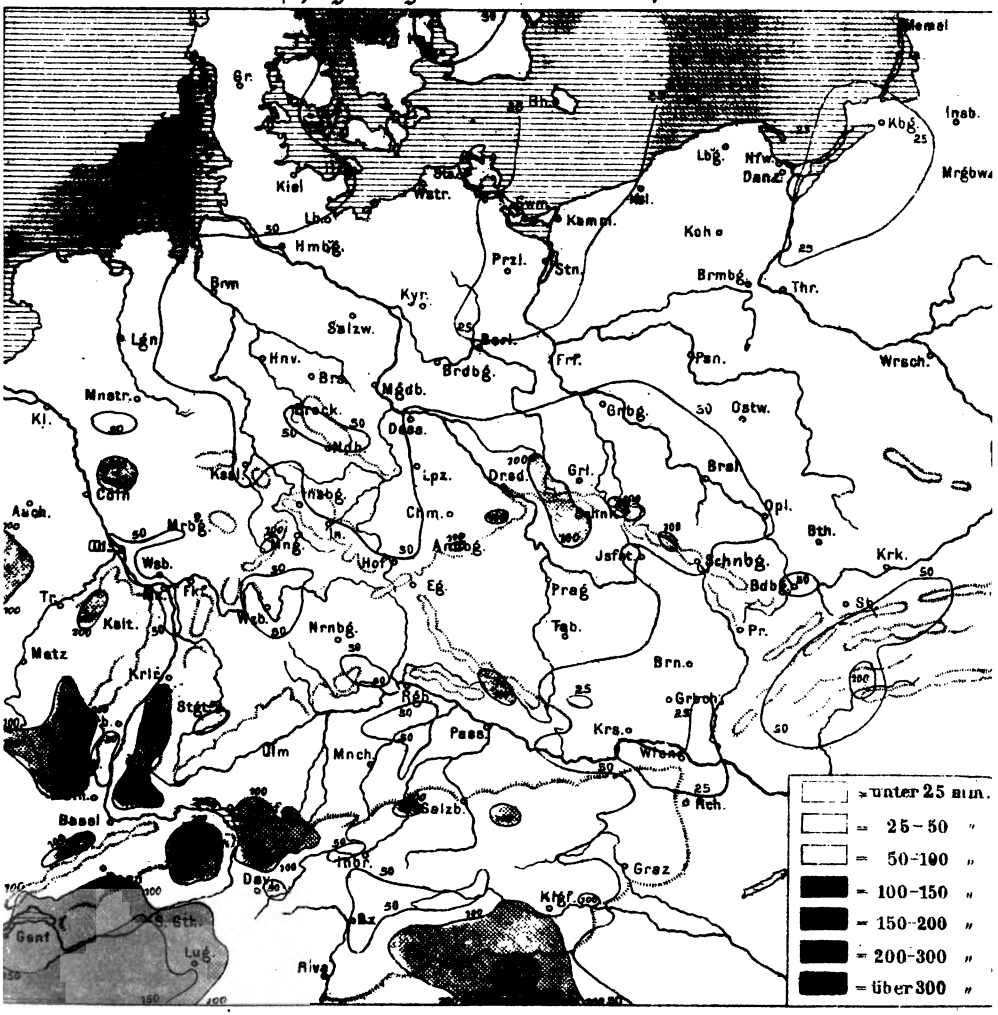
Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen (C°.)
(82 früh)

Februar 1900.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

Die mittlere Temperatur des Kalenderjahres 1899 lag ziemlich gleichmäßig über dem ganzen Gebiet um $^1/_2{}^0$ zu hoch. Nur auf den süddeutschen und schweizerischen Hochdruckstationen betrug die Abweichung mehr als 1^0, eine Folge der Vorherrschaft anticyklonaler Witterung.

Der maritime Charakter des Jahres prägte sich, abgesehen von der hohen Temperatur der Winter- und Herbstmonate, wiederum (wie 1898) in vielen Gegenden durch eine Verschiebung der jährlichen Periode aus. Im Winter 1898/99 war wegen des erheblichen Wärmeüberschusses im Januar der kälteste Monat im östlichen Mitteleuropa und Bayern (außer der Pfalz) der Februar, an der deutschen Küste und auf den Gebirgen vielfach sogar der März, der in der zweiten Hälfte einen strengen Nachwinter brachte. Die Temperaturunterschiede zwischen den drei ersten Monaten waren indessen in Norddeutschland nirgends sehr groß. Auch dort, wo Februar oder März die kältesten Wintermonate waren, lag ihre Temperatur trotzdem meist noch über der normalen. Andererseits war der wärmste Monat im Westen, besonders im Rheingebiet und der Schweiz wärmer als der Juli. Die Phasen der jährlichen Temperaturperiode waren also stellenweise verschoben, und da der August nicht abnorm warm war, erreichte der Unterschied zwischen kältestem Winter- und wärmstem Sommermonat nicht den normalen Werth; beide Erscheinungen sind für das maritime Klima charakteristisch. Aus dieser Betrachtung ist der December ausgeschlossen worden, weil er, wie erwähnt, einen neuen Witterungstypus inaugurirte und mit um so größerem Recht, wie üblich, meteorologisch zu dem folgenden Jahre gerechnet werden muß. Er war der kälteste Monat des Jahres 1899 und auch des mit ihm beginnenden Winters 1899/1900. Seine Temperatur lag im Norden Mitteleuropas um 5^0 bis 6^0, im Süden um 4^0 bis 5^0 tiefer als die Temperatur des kältesten Monats im voraufgehenden milden Winter 1898/99. Das Jahr 1899 vereinigt in sich die beiden kältesten Monate zweier auf einander folgender Winter, eine Eigenschaft, die zuletzt dem Jahre 1890 zukam.

Die größten positiven Abweichungen zeigten Januar und November, jener in einem Maße, daß er über einem größeren Gebiet wärmer war, als selbst der März. Der November war so warm, daß im Nordwesten sogar ein Stillstand in der herbstlichen Temperaturabnahme eintrat; ihm folgte dann aber ein ebenso bemerkenswerther Temperatursturz (vergl. die Monatsübersichten von November und December). Im Nordwesten Mitteleuropas war der November wärmer als der April, trotzdem dieser Monat dort nur ganz unerheblich zu kalt war. Die thermische Folge der Monate war in Emden 1899 diese: Juli, August, Juni, September, Mai (bis hierher normal), dann November, Oktober, April, Januar, März, Februar, December. Der November gehörte hier also zu den sechs wärmsten Monaten des Jahres und war noch durch fünf Monate vom December getrennt, statt wie im Mittel, nur durch März. In Süddeutschland und besonders in der Schweiz war die thermische Anomalie des November geringer, er war hier kälter als April und März.

Die absoluten Extreme der Temperatur wurden 1899 einerseits zu Beginn der dritten Julidekade, andererseits um Mitte December erreicht. In den östlichen Gebietstheilen überstieg das Maximum nur an vereinzelten Orten 30^0, im Südwesten näherte es sich 35^0. Das Minimum ging an mehreren zerstreuten Stellen Norddeutschlands bis unter -20^0 herab.

Von der Niederschlagshöhe des Jahres, deren Vertheilung die beigegebene Karte zeigt, läßt sich im Allgemeinen sagen, daß sie im östlichen Mitteleuropa zu groß, im Westen zu klein war. Besonders groß war der Ueberschuß im nordöstlichen Theil der Alpen und auf deren Vorland, sowie auf den Randgebirgen

Digitized by Google

Böhmens, eine Folge der excessiven Regengüsse um Mitte September. Das Niederschlagsdeficit war andererseits am erheblichsten im Rheingebiet, aber auch hier waren die Gebirgsgegenden vielfach mit zu viel Regen bedacht.

Im Ganzen waren die fünf ersten Monate zu naß (ausgenommen Februar und zum Theil auch März), die übrigen zu trocken (außer September und im Osten auch December), ähnlich wie im Vorjahre.

Im Norden und im nordwestlichen Ungarn war der Mai, in den östlichen Alpen der September, im Südwesten und in der Schweiz der April der nässeste Monat. Dagegen gehörten Juni und August im Westen und in der Schweiz zu den trockensten Monaten seit einer Reihe von Jahren.

Ergiebige Schneefälle traten im Winter 1898/99 meist erst nach Mitte März auf. Die Schneedecke erlangte besonders an der Deutschen Küste (Schleswig-Holstein) noch eine ganz bedeutende Höhe, so daß hier in dieser vorgerückten Jahreszeit selbst Verkehrsstockungen eintraten. Ebenso war der December schneereich, besonders im Osten. Jedoch wurde gegen Schluß des Jahres die Schneedecke durch Regenfälle (außer im Osten und im Gebirge) bald wieder zum Verschwinden gebracht.

Die mittlere Bewölkung des Jahres war im Allgemeinen kleiner, die Sonnenscheindauer demgemäß größer als gewöhnlich. Letztere betrug in Norddeutschland nicht ganz, in Süddeutschland etwas mehr als $^4/_{10}$ der möglichen Dauer. In der Südwestschweiz schien in mehr als 2000 Stunden (über 50%) die Sonne, in Lugano, dem mittelmeerischen Klimagebiet angehörig, wurden sogar 2400 Sonnenscheinstunden aufgezeichnet.

Das verflossene Jahr war sehr reich an Gewittern, welche meist vereinzelt (nicht in ausgedehnten Bändern) auftretend, namentlich in den Sommermonaten die Niederschlagsvertheilung lokal stark differenciirten (vergl. die betr. Monatsberichte). Sehr heftige Gewittererscheinungen traten auch im Januar und April im Südwesten auf. Freudenstadt im Schwarzwald hatte die ansehnliche Zahl von 51 Gewittertagen. Dr. W. Meinardus.

Ein Vorschlag zur Wolkenbeobachtung.

Von Prof. Adami.

Es ist wohl von allen Seiten anerkannt, daß die Voraussagung des Wetters noch nicht den Grad von Zuverlässigkeit erreicht hat, der sowohl von der Wissenschaft als auch von der Praxis gefordert wird.

Der Grund hierfür ist nicht schwer einzusehen.

Bei der Entstehung irgend einer Wetterlage spielen nämlich so viele Faktoren eine Rolle, daß die Außerachtlassung auch nur eines einzigen Faktors das Resultat ungünstig beeinflussen muß. Es müssen alle, selbst die unscheinbarsten Faktoren berücksichtigt werden, um das Wetter mit etwas Aussicht auf Gewißheit voraussagen zu können. Unter diesen Faktoren spielt die Bewölkung sicher eine große Rolle, wenn es uns auch gegenwärtig noch nicht vollständig klar sein kann, in welcher Weise die Bewölkung das Wetter beeinflußt. Es ist daher auch von den namhaftesten Meteorologen den verschiedenen Konfigurationen der Wolken nachgeforscht und die Gestaltung, sowie die Bahn der Wolken zur Wetterprognose benutzt worden.

Als sicher scheint gegenwärtig aber nur die vielfach erprobte Thatsache zu gelten:

Digitized by Google

Wenn die Cirri ihren Platz am Himmel so schnell ändern, daß man die Bewegung der Cirri mit bloßem Auge verfolgen kann, tritt Regenwetter in kürzester Frist ein.

Daß aber außer den Cirri auch noch die anderen Wolken für eine künftig eintretende Wetterlage von großer Bedeutung sind, leuchtet ein. Man braucht ja nur an die im Sommer auftretenden Gewitterwolken zu denken.

Soll demnach das Studium der Wolken zur Wetterprognose praktisch verwerthet werden, so müssen die Wolken systematisch beobachtet werden. Dazu reicht aber die Kraft eines einzelnen Beobachters nicht aus, sondern ähnlich wie das gewaltige Unternehmen der Herausgabe eines Sternkataloges sich über die ganze Erde erstreckt, muß auch das Studium der Wolken von den verschiedensten Beobachtern in Angriff genommen werden.

Ein sehr einfacher Plan zur systematischen Katalogisirung der Wolken soll nun im folgenden dargelegt werden.

Auf einem nach allen Seiten freien Platze — Sternwarten würden sich also am besten dafür eignen, und die Direktoren der Sternwarten wären auch sicher für diesen Plan zu gewinnen — wird auf einem Fußgestell ein Brett in der Form eines regulären Achtecks aufgestellt. Der große Radius dieses Achtecks beträgt zwischen 80 und 90 cm. An jeder Seite dieses Achtecks befindet sich eine um die Seite des Achtecks drehbare Klappe, die oben an der Seite eines zweiten kleineren regulären Achtecks von 40—50 cm großen Radius für gewöhnlich lichtdicht befestigt ist. Die ganze Vorrichtung hat daher die Form einer abgestumpften Pyramide und muß der Apparat zum Schutze gegen die Witterungseinflüsse, wenn der Apparat nicht benutzt wird, mit einem Mantel von dünnem Zinkblech überdeckt werden. Die trapezförmigen Klappen von 20 cm Höhe tragen in ihrer Mitte photographische Objektive, so daß die abgestumpfte Pyramide acht photographische Apparate der billigsten Form enthält.

Der Apparat wird so aufgestellt, daß die acht Seiten der abgestumpften Pyramide nach den Himmelsrichtungen E, NE, N, NW, W, SW, S, SE gerichtet sind, und enthält jede Klappe dann die Aufschrift der entsprechenden Himmelsrichtung; z. B. die nach S gerichtete die Bezeichnung S u. s. w. Die photographischen Apparate werden nun mit Platten beschickt oder gleich mit Films ausgerüstet, auch kann direkt photographisches Papier benutzt werden; nur müssen die lichtempfindlichen Platten schon von vornherein gleichfalls eine der Bezeichnungen: E, NE, N u. s. w. tragen, oder es muß in der Klappe ein Loch mit der Bezeichnung E, NE, N u. s. w. ausgeschnitten sein, damit sich dieser Buchstabe auf der Platte mit abbildet.

Nun wird alle zwei Stunden durch Belichtung der Platten der ganze Himmel nach acht Seiten mit seinen Wolken abphotographirt, die Bilder entwickelt, fixirt und positiv gemacht, oder bei den Films negativ gelassen, mit genauem Datum versehen und in einer Mappe aufbewahrt. Ein Tagebuch wird geführt, in der die Witterung für alle Tage zweistündig verzeichnet ist; z. B. in der Weise 15. April, vormittags 8h Regen; nachmittags 2h trübe.

27. Mai, „ 10h heiter; „ 4h Regen.

Bedenkt man, daß bei uns während eines Jahres an mindestens 150 Tagen wegen Regens oder vollständiger Trübheit des Himmels überhaupt keine Wolkenbildung aufgenommen werden kann, berücksichtigt man ferner, daß an ca. 60 Tagen wegen eines vollständig heiteren Himmels auch kein Bild auf der photographischen Platte erscheinen wird, so bleiben für das Jahr noch 155 Tage. Auf den Tag 5 Bilder gerechnet — im Winter 4, im Sommer 6 — (wobei eifrige Stationen ja auch stündlich die Bewölkung fixiren können), wird man für ein Jahr 775

Digitized by Google

oder rund 800 Bilder des ganzen Himmels erhalten. Werden diese Beobachtungen und Fixirungen 3 bis 4 Jahre fortgesetzt, so ist vorauszusehen, daß die Konfiguration der Wolken sich wiederholen wird, jedoch selbstverständlich nicht an den gleichen Tagen. Eine Wolkenbildung vom 5. Mai, vormittags 10h, kann z. B. in einem späteren Jahre am 29. Mai, nachmittags 4h, wieder auftreten.

Sieht man jetzt in dem Tagebuch nach, welche Wetterlage auf die gleiche Wolkenbildung folgte, so wird man entweder die Thatsache konstatiren können, daß auch nach mehreren Jahren auf dieselbe Wolkenbildung das gleiche Wetter folgt oder nicht.

Tritt der erste Fall ein, was vorauszusehen ist, so wäre für die Meteorologie ein großer Schritt vorwärts gethan. Ereignet sich das Gegentheil, so kann wenigstens konstatirt werden, daß nichts unversucht gelassen wird, um der Natur ihre Geheimnisse abzulauschen.

Die so erhaltenen Wolkenbilder könnten nun mit Angabe ihrer Himmelsrichtung und des Datums der Aufnahme sehr leicht vervielfältigt und jedermann zugänglich gemacht werden. Man könnte ferner unter jedes der so vervielfältigten Bilder die Wetterprognose drucken, z. B. Eintreten von Regenwetter nach 36 Stunden oder Eintreten von schönem Wetter nach 48 Stunden zu erwarten.

Auf diese Weise ließe sich vielleicht eine große Anzahl von Personen, die bisher der meteorologischen Forschung kein oder nur ein geringes Interesse entgegenbrachten, direkt in die Dienste der Meteorologie stellen.

Jedenfalls wäre ein Versuch in dieser Richtung angezeigt, da die hierfür aufzuwendenden Kosten nicht allzu erheblich in die Wagschale fallen dürften.

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im Februar 1900.

Die Witterung war im Februar über Mitteleuropa sehr ungleichartig, so daß sie sich nicht mit einem kurzen Wort charakterisiren läßt. Während der Januar einen oftmaligen Wechsel von warm und kalt, von Schnee- und Regenwetter gebracht hatte, theilten sich diese Witterungsgegensätze im Berichtsmonat in die beiden Monatshälften. Die erste war kalt und schneereich, die zweite frühlingsmäßig warm und regnerisch.

Die ersten Tage des Monats hatten bei bedecktem Himmel und wechselnden Winden eine Temperatur, die wenig um die normale schwankte. Eine von mehreren Depressionen durchzogene Luftdruckfurche erstreckte sich von Südwesten nach Nordosten über den Kontinent. Auf der Nord- und Ostseite der Depressionen fiel Schnee. Ein empfindlicher Temperaturrückgang wurde am 6. eingeleitet, als ein Hochdruckgebiet von Westen her vordrang und nördliche Winde das skandinavische Kältegebiet gegen Centraleuropa ausdehnten. Am 10. erschien südlich von Irland eine tiefe Depression, die sich zungenförmig ostwärts vorschob und starke, sehr kalte südöstliche Winde und Schneefälle erzeugte, während der Druck im Nordosten am höchsten war. Von besonderer Bedeutung waren aber erst zwei Depressionen, die nacheinander vom Kanal ostwärts über Centraleuropa fortzogen; am 14. und 16. fanden nördlich Schneefälle bei tiefer Temperatur statt, während im Süden die Temperatur bei starken, föhnartigen Südwestwinden rasch stieg und Regenwetter eintrat. Am Morgen des 14. Februar lagen unter dem Einfluß der ersten Depression die Temperaturen an der Nordseeküste 4° bis 5° unter der Normalen, im Alpenvorland gleichzeitig bis 10° darüber. Nach dem Abzug der zweiten Depression, welche eine hohe Schneedecke über Norddeutschland ausgebreitet hatte, folgte auch im Norden rasche Erwärmung, da

Digitized by Google

westliche und südliche Winde zur Herrschaft kamen. Eine große Zahl von Depressionen verfolgte nun eine nordöstliche Richtung, als sich vom 18. ab das Maximum im Nordosten allmählich nach Osten verlagert hatte. Die Erwärmung war bei dieser Luftdrucklage besonders am 25. und 26. eine ganz ungewöhnliche, so daß die Tagestemperaturen die langjährigen Maximalwerthe noch überschritten. Erst gegen Monatsschluß trat wiederum im Rücken einer ostwärts wandernden Depression Abkühlung ein.

Die Temperatur des Monats ist, von wenigen Stellen abgesehen, überall zu hoch gewesen, am wenigsten an der Küste, wo sie der Normalen fast gleich kam, am meisten im Süden und Osten, die einen Überschuß von mehr als 2° hatten. (Bern + 2.9° Abweichung). Dieser Unterschied zwischen Nord und Süd ergiebt sich aus der Lage der Depressionsbahnen. Süddeutschland lag fast beständig auf ihrer Südseite, Norddeutschland häufig auf der Nordseite. Auch auf der Monats-Isobarenkarte tritt diese Verschiedenheit hervor. Eine Zunge niedrigen Druckes erstreckte sich von Irland ostwärts bis weit nach Rußland hinein. Nordeuropa gehörte einem Hochdruckgebiet an, das südliche Centraleuropa hatte dagegen vorwiegend westliche Winde bei niedrigem Drucke. Der Luftdruck war im Westen Deutschlands bis zu 10, im Nordosten um 6 mm zu tief!

Die erste Hälfte des Monats war, wie schon angedeutet, erheblich zu kalt (besonders im Norden), die zweite überall ungewöhnlich warm. Die Pentade vom 20. bis 24. Februar hatte in Norddeutschland eine um 7° bis 9° höhere Temperatur als die vom 10. bis 14. Februar. Im Nordosten lagen die Gegensätze zeitlich noch näher bei einander. In Memel war die Temperatur vom 15. bis 19. Februar — 11.1°, vom 20. bis 24. dagegen + 1.3°. Der Temperaturgegensatz zwischen Süd und Nord war am größten in der Pentade vom 15. bis 19. (Memel — 11.1°, Freiburg i. B. + 7.2° im fünftägigen Mittel!) Die Erwärmung trat damals im Südwesten zuerst ein und pflanzte sich nach Nordosten fort.

Die niedrigsten Temperaturen wurden beim Vorübergang der intensiven Depression vom 16. im Nordosten abgelesen (bis unter —20°). In Süddeutschland sank das Minimum, außer in höheren Lagen, nicht unter — 8°. Andererseits überschritten die Maxima am 25. oder 26. an einigen Orten 20° C. (so in Kassel, Münster, Bamberg, Friedrichshafen, Alstätten). Memel hatte dagegen nur eine Maximaltemperatur von 4.5°.

Die Niederschläge waren, abgesehen von einem Streifen südlich der Ostseeküste und dem östlichen Hannover, allgemein zu reichlich, besonders wiederum im Süden. Im Norden betrug der Überschuß durchschnittlich etwa 50 %, im Süden fiel das doppelte bis dreifache des normalen Betrages.

Schneefälle waren nur in der ersten Monatshälfte und besonders am 16. sehr ergiebig. Nach einem Rückgang zu Anfang des Monats wuchs die Schneedecke allmählich zu erheblicher Mächtigkeit an. Aber in Folge des um die Mitte des Monats plötzlich eintretenden Thauwetters und gleichzeitiger Regengüsse schmolz der Schnee rasch, so daß Württemberg z. B. am 18. schon ganz schneefrei war.

Der Monat war besonders in Süddeutschland wieder sehr trübe. Die Sonnenscheindauer betrug in Berlin 21, in Karlsruhe nur 11 % der möglichen. Die Bewölkung überstieg im Elsaß, Baden und Württemberg, sowie in der Schweiz an den meisten Orten, wie im Januar, $^{8}/_{10}$ des Himmels.

Dr. W. Meinardus.

Digitized by Google

Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

Am 11. April, $4^1/_2$ p, bemerkte ich einen ungewöhnlich hellen, farbigen Sonnenring mit dem Halbmesser von rund 22^0. Rechts und links, etwas über diesen Ring hinausragend, zeigten sich in Höhe der Sonne zwei farbige, etwas schwächere Nebensonnen, an deren rechte sich anschließend ein mehrere Grade nach rechts hin verfolgbares Stück des weißen Horizontalkreises sichtbar war. Der an den Sonnenring in seinem höchsten, dem Zenit nächsten Theile sich anschmiegende farbige Tangentialkreis mit entgegengesetzter Krümmung war ebenfalls deutlich, doch nur auf kurze Strecken nach beiden Seiten von der Berührungsstelle an ausgebildet.

Schließlich zeigte sich auch noch der größere Ring von rund 46^0 Halbmesser in ziemlich lebhaftem Glanze und sehr deutlichen Farben, besonders in seinem südlichen Theile. Die letzten Spuren der Erscheinung verschwanden gegen 6 p.

Im Anschluß hieran möchte ich noch an eine sehr einfache Methode zur Bestimmung des Halbmessers von Mondringen erinnern, die zwar nicht immer anwendbar ist, andererseits aber gar keines Instrumentes bedarf, ich meine die Bestimmung der Lage des betreffenden Mondringes zu den helleren Sternen, bis etwa zur dritten Größe herunter. Der Fall, daß z. B. der Ring von 22^0 Halbmesser gerade durch einen hellen Stern hindurch geht oder von demselben um eine gut schätzbare, kleine, am besten vielleicht in Monddurchmessern auszudrückende Differenz entfernt ist, ereignet sich durchaus nicht so selten. Vermittelst einer sehr einfachen Rechnung mit den bekannten Koordinaten von Mond und Stern läßt sich alsdann die Winkelentfernung beider und damit der Halbmesser des Ringes ermitteln. Hier nur zwei Beispiele:

12. März 1900, $3^1/_4$ p. Deutlicher Mondring; innerhalb desselben etwa einen Monddurchmesser von ihm entfernt Procyon stehend.

6. April 1900, 9 p. Der innere Saum des Ringes geht gerade durch Beteigeuze (α Orionis).

Aus der ersten Beobachtung findet man $r = 22.3$, aus der zweiten in ganz leidlicher Übereinstimmung $r = 22.6^0$.

Dr. G. Grundmann in Breslau.

* * *

Volksglauben und Wissenschaft.*) Bekanntlich haben die Herren von der Wissenschaft meist nur ein geringschätziges Lächeln für so manche Ansicht und Anschauung des Volkes. Die Leser des Monatsblattes erinnern sich aber wohl auch, schon wiederholt gelesen zu haben, daß neuerdings doch die eine oder andere dieser Volksmeinungen von einem unbefangenen Vertreter der Wissenschaft als wohlbegründet und stichhaltig anerkannt werden mußte.

Zu diesen bisher als Aberglauben belächelten Volksanschauungen gehört auch die Wetterregel über den Matthiasfeiertag (24. Februar): „Matthias brichts Eis; hat er keins, so macht er eins". Nun scheinen aber nach einer Arbeit im „Journal de Météorologie" der „Mattheis" und die Tage um ihn doch eine besondere Bedeutung, was das Wetter betrifft, beanspruchen zu dürfen. Über diese Arbeit berichtet der nachfolgende Zeitungsausschnitt:

„Über die Häufigkeit winterlicher Gewitter bringt das „Journal de Météorologie" eine bemerkenswerthe Zusammenstellung aus Anlaß eines Gewitters, das am 13. Februar in Paris niederging. Nach den dortigen Erfahrungen sind während der letzten Jahre die Wintergewitter wieder häufiger

*) Aus Prof. Jäger's Monatsblatt 19. 4.

Digitized by Google

geworden; dasselbe läßt sich übrigens auch von Deutschland sagen. Im Allgemeinen gehören bekanntlich solche Gewitter zu den ungewöhnlichen Naturerscheinungen. Es ist besonders interessant, eine Liste der Tage durchzusehen, an denen es zur Winterszeit im Laufe des 19. Jahrhunderts in Paris gedonnert hat. Es waren dies folgende Tage: der 28. December 1803, der 2. December 1806, der 3. November 1807, der 14. Februar 1809, der 8. November 1810, der 25. Februar*) 1811, der 26. Februar 1812, der 15. November 1816, der 6. Januar 1817; nun kommt eine große Pause bis zum 1. Januar 1834, dann folgen der 8. December 1836, und der 25. Januar 1837. Darauf dauerte es wieder bis zum nächsten Wintergewitter über 10 Jahre, nämlich bis zum 28. Januar 1847, dem sich der 23. Februar 1848 anschloß. Eine weitere Periode bilden die Gewitter vom 25. Februar 1853, 9. November 1854 und 24. Januar 1856. Dann ereignete sich kein Wintergewitter mehr bis zum 19. Januar 1873, und auf dieses folgen die Daten des 23. Februar 1876, 27. November 1878, 24. Februar 1884, 12. December 1886, 13. November 1891, 4. December 1897, 2. Februar 1898, 2. Januar 1899 und endlich 13. Februar 1900**). Während des ganzen Jahrhunderts ist also nicht ein einziges Mal der Fall zu verzeichnen, daß während der Monate November bis Februar in einem Jahre 2 Gewitter eingetreten wären. Ferner ist aus der Zusammenstellung zu ersehen, daß die Wintergewitter sich immer in einer Gruppe von Jahren zusammendrängen und dann wieder für einen Zwischenraum von 10, 15 oder gar 20 Jahren verschwinden. In Paris sind die Gewitter im Allgemeinen durch einen bedeutenden Barometersturz, ein sehr ausgeprägtes Vorwalten südwestlicher Winde und durch eine rapide Steigerung der Temperatur ausgezeichnet". (Frankf. Nachrichten.)

Im ganzen sind da 27 Wintergewitter im 19. Jahrhundert verzeichnet; davon fallen nicht weniger als 6 auf den „Mattheis" und seine Nachbarn, die 4 Tage vom 23. bis 26. Februar. Die vier in obiger Rechnung zusammengestellten Wintermonate November bis Februar umfassen 120 Tage; auf diese 120 Tage fallen 27 Wintergewitter, auf die 4 Tage vom 23. bis 26. Februar aber 6 Gewitter. Dem Verhältnis gemäß sollte auf 4 Tage, den 30. Theil von 120, auch nur der 30. Theil von 27 Gewittern, also annähernd 1 Gewitter fallen. Thatsächlich fielen auf diese 4 Tage 6 Gewitter; das ist 6 mal mehr — genau berechnet 666 Procent des gewöhnlichen Verhältnisses.

Da diese Wintergewitter mit starken Temperaturveränderungen verbunden sind, so stimmt dies ganz hübsch zu der Mattheisregel. Allerdings über die Häufigkeit der Wärmesteigerungen ohne Gewitter in diesen Tagen und über die Häufigkeit der Wärmestürze sagt die obige Rechnung nichts, sie spricht weder dagegen noch dafür.

Immerhin beweist das Obige, daß am und um den „Mattheis" im Wetter gern „etwas los ist". R. S.

---

*) Die Hervorhebung dieser Tage durch gesperrten Druck rührt von uns her. D. Schriftltg. d. Monatsbl.

**) Auch am 27. Februar 1900 wurde ein Gewitter beobachtet; wir haben dies aber nicht weiter berücksichtigt, um die Mattheis-Nachbarschaft nicht zu weit auszudehnen. D. Schriftltg. d. Monatsbl.

Digitized by Google

Beiträge zur Klimatologie des Großen Belchen (1394 m Höhe).

Von Oberlehrer Wirz.

(Fortsetzung.)

Die Windverhältnisse.

Die Gipfelstation Großer Belchen ist für die Meteorologie von besonderer Bedeutung, wenn es sich darum handelt, die Windverhältnisse des Ober-Elsaß zu erforschen. Im Thal und selbst noch in ausgedehnten, von Gebirgszügen eingefaßten Ebenen werden die Winde in ihren Richtungen durch die verschiedenartigsten Umstände beeinflußt. Größere Gebäudekomplexe, die die Ebene einrahmenden Gebirgshänge selbst können die Luftmassen zwingen, eine Richtung einzuschlagen, die von dem allgemeinen, den Luftdruckverhältnissen entsprechenden Verlaufe abweicht. Dementsprechend werden die Windbeobachtungen niedrig gelegener Stationen stets eine mehr oder weniger lokale Eigenthümlichkeit der Station widerspiegeln. Anders auf den freiliegenden Stationen; die Windbeobachtungen des Belchen dürfen wohl als die für die freien, höheren Luftschichten im Gebiete des Ober-Elsaß maßgebenden angesehen werden. Aus diesen Gründen ist ein eingehenderes Studium der Thatsachen, die sich aus den Beobachtungsdaten dieser Station ergeben, gerade für die Windbeobachtungen von hervorragendem Interesse. Da die Bearbeitung des vorhandenen Materials nach allen einschlägigen Richtungen in der mir zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich war, habe ich mich darauf beschränkt, die Windverhältnisse nur unter dem Gesichtspunkte der Richtung und Stärke eingehender zu behandeln, und einstweilen auf die Aufstellung von Windrosen für die Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung und Regenwahrscheinlichkeit sowie auf eine Untersuchung der Veränderlichkeit der Windrichtung verzichtet.

Windrichtung.

Die ausführlichen Tabellen der Windrichtung, die hier aus Platzmangel nicht wiedergegeben werden können, lassen Folgendes erkennen. Auf der Bergspitze, d. h. also wohl in den höheren, nicht durch örtliche Verhältnisse beeinflußten Luftschichten, herrschen die westlichen und südwestlichen Winde bei weitem vor, indem die Zahl der W- und SW-Beobachtungen nahezu 50% der Gesamtsumme ausmacht, während die nördlichen, nordwestlichen und nordöstlichen Winde in zweiter Reihe kommen, und die südlichen und östlichen am wenigsten vertreten sind, ohne daß eine der Terminbeobachtungen an einer der acht Windrichtungen in besonders auffallender Weise betheiligt wäre. Die Erklärung dieser Thatsache ist in dem allgemeinen Verlauf der den Witterungscharakter unserer Gegenden in der Regel beherrschenden atlantischen Minima zu suchen, die gewöhnlich nördlich von uns vorbei wandern und dadurch in unseren Breiten nach dem barischen Windgesetz vorwiegend südwestliche und westliche Windströmungen verursachen.

Wie sehr dagegen die Windrichtung in den Thälern und auch noch in der Ebene durch die oben berührten Umstände beeinflußt wird, sehen wir, wenn wir die Beobachtungen der Stationen Gebweiler und Mülhausen zum Vergleich heranziehen. Leider konnten für Gebweiler nur die Jahrgänge 1890 bis 92 benutzt werden, da nur für diese die Beobachtungen in extenso veröffentlicht sind.

Obschon die Station Gebweiler möglichst am Thalausgang gewählt und die Windfahne auf einem hohen Mast ganz isolirt angebracht war, ergeben sich für Gebweiler Zahlen, die von denen der beiden andern Stationen vollständig verschieden sind: Vorherrschen der Nordwinde, kaum noch merkliches Hervortreten der Westwinde.

Digitized by Google

Das Überwiegen der ersteren im Thalausgang läßt sich unschwer aus der Thalrichtung von Nordwest nach Südost erklären, wodurch die von den Bergen abfließenden Luftmassen gezwungen werden, eine nordsüdliche Richtung einzuschlagen. Direkt bewiesen wird diese Annahme durch die Thatsache, daß unter den 897 N- und NW-Winden, die in Gebweiler auf je 3000 Beobachtungen überhaupt entfallen, nicht weniger als 570 der 9p-Beobachtung zukommen; daß also die 9p-Beobachtungen 64% aller N- und NW-Winde überhaupt umfassen. (Die den Thalbewohnern wohlbekannten sog. Thalwinde*), die besonders an Sommerabenden recht häufig zu ganz beträchtlicher Intensität anschwellen und unserem Thale die erfrischende Kühlung bringen.)

In ebenso auffallender Weise macht sich für Gebweiler die durch die Erwärmung der das Thal einfassenden Höhenzüge während des Tages bedingte, nach dem Gebirge gerichtete Luftbewegung**) in den Morgen- und Mittags-Beobachtungen geltend, durch das Vorherrschen der Ostwinde zur Zeit der Morgen-, der Süd- und Südwestwinde zur Zeit der Mittagsbeobachtungen.

In Mülhausen dagegen finden wir ein starkes Vorwiegen der südlichen und südwestlichen Winde zur Zeit der Morgen-, der N- und NW-Winde zur Zeit der Mittags-, der N- und NE-Winde bei der Abendbeobachtung. Auffallend ist, daß letztere Station während der vier Jahre keine Windstillen verzeichnet, während selbst die Gipfelstation noch im Mittel gegen 7% Windstillen aufzuweisen hat.

Windstärke.

Betreffs der Bestimmung der Windgeschwindigkeit ist zu bemerken, daß dieselbe auf dem Belchen, wie bereits eingangs erwähnt, mittels einer Wild'schen Windstärketafel vorgenommen wird. Daneben aber wird sie auch in der Beaufort-Skala angegeben, um den Vergleich mit den übrigen Stationen des meteorologischen Landesdienstes zu ermöglichen. Die Zahlen der Beaufort-Skala sind denn auch in den Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen publicirt und liegen auch den in Folgendem gegebenen Mittelwerthen zu Grunde***). Daß man auf diesem Wege nur zu einer annähernd richtigen metrischen Messung der Windstärke gelangen kann, liegt auf der Hand. Deshalb dürfte es vorzuziehen sein, die nach dieser Skala gewonnenen Zahlen direkt anzuführen, weil sie sich schärfer zu Vergleichen eignen, als die mit Benutzung von mehr oder weniger genauen Reduktionszahlen nach metrischem Maße umgerechneten Werthe. Die für die zwei Stationen Belchen und Mülhausen auf dem erwähnten Wege für die einzelnen Termine und im Mittel gewonnenen Werthe, sowie auch die mittleren Extreme für die einzelnen Monate und das Jahr sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt †).

Die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit hat auf der Höhe einen Gang, der dem der Fußstation, überhaupt dem der Orte von geringerer Erhebung gerade entgegengesetzt ist. Die Gipfelstation hat das Minimum, die Fußstation das Maximum in den Mittagsstunden, während für beide Stationen die Morgen- und Abendbeobachtungen im Jahresmittel gleiche Windstärke aufweisen. Da

*) Diese werden sonst als „Bergwinde" bezeichnet, da man den Wind nach der Richtung, aus der er weht, benennt. Die Red.

**) Vgl. Hann, Klimatologie. S. 201 und folgende.

***) Um den Vergleich mit Mülhausen zu ermöglichen, sind die beiden Jahrgänge 1890 und 91 nicht berücksichtigt und auch für den Belchen nur die Jahrgänge 1892—95 benutzt worden.

†) Da für Gebweiler nur die drei Jahrgänge 1890—92 zur Verfügung standen, wurden die Zahlen für diese Station nicht in der Tabelle aufgeführt.

Digitized by Google

sämmtliche Monate denselben Verlauf der Windstärke auf der Höhe zeigen, so ist damit eine weitere Bestätigung des auch von Dr. Hergesell*) aus den Beobachtungen auf der Münsterspitze in Straßburg gewonnenen Resultates gegeben, daß nur in den niederen Luftschichten das Maximum der Windstärke mit dem

Windstärke auf dem Belchen und in Mülhausen (92—95).

	Belchen				Mülhausen				Mittleres Maximum	
	7a	1p	9p	Mittel	7a	1p	9p	Mittel	Belchen (92—95)	Mülhausen (92—95)
Januar	3.5	3.3	3.4	3.4	3.6	3.5	3.4	3.5	10	8
Februar	4.2	3.9	4.3	4.1	3.5	3.8	3.5	3.6	10	8
März	3.4	3.3	3.5	3.4	3.2	3.9	3.5	3.5	10	8
April	2.3	2.3	2.5	2.4	3.2	3.6	3.0	3.3	9	7
Mai	2.7	2.4	2.6	2.6	3.1	3.9	3.0	3.3	8	8
Juni	2.7	2.0	2.9	2.5	3.0	4.1	2.9	3.3	8	7
Juli	2.9	2.6	2.9	2.5	2.9	4.1	2.8	3.3	8	7
August	2.7	2.3	2.7	2.6	2.6	3.8	2.5	3.0	8	8
September	2.9	2.4	2.9	2.7	2.8	3.6	2.7	3.0	9	7
Oktober	3.9	3.4	3.8	3.7	2.9	3.7	3.4	3 3	10	8
November	3.5	2.9	3.2	3.2	2.8	3.1	3.0	3.0	10	7
December	3.2	3.2	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	10	8
Jahr	3.2	2.8	3.2	3.1	3.1	3.7	3.1	3.3	11	9

der Temperatur zusammenfällt, daß dagegen in höheren Schichten in den Mittagsstunden das Minimum der Windstärke eintritt.

Das durchschnittliche Jahresmaximum auf dem Belchen mit 11 ist ein recht erhebliches, bedeutend stärker als in Mülhausen, wo es nur die Stärke 9 erreicht. Während demnach die Fußstation im Jahresmittel noch etwas stärkere Windbewegung aufweist als die Gipfelstation, sind die Windgeschwindigkeiten die auf der Höhenstation zeitweise herrschen, recht beträchtliche; sie erreichen im Mittel Beträge, welche die Station der Ebene überhaupt nicht zu verzeichnen hat.

Der Luftdruck.

Das Gepräge des mittleren jährlichen Ganges des Luftdrucks im Thal und auf der Höhe ist bei kaum nennenswerther horizontaler Verschiebung ein wesentlich verschiedenartiges. Gebweiler hat je ein deutliches Maximum im Februar und September, ein weniger hervortretendes im Juli, je ein Minimum im März und November, ein schwächeres im Mai. Auf dem Belchen ist der Gang bedeutend gleichmäßiger; er zeigt nur je ein Maximum und Minimum, ersteres im Juli, letzteres im März. Zwar ist auch die Tendenz zur Bildung eines Wintermaximums im Februar angedeutet, aber dasselbe kommt nur noch schwach zum Ausdruck.

Der tägliche Verlauf des Luftdrucks auf dem Belchen hat dagegen große Ähnlichkeit mit dem Verlauf in der Niederung. Die von Dr. Hergesell in der mehrfach citirten Arbeit**) aus dreijährigen stündlichen Beobachtungen für Straßburg aufgestellte Kurve zeigt ebenso wie die des Belchen zwei Maxima und zwei Minima, nur sind die Extremwerthe des Belchen gegen die von Straßburg in der Zeit etwas verschoben; ob dieser Unterschied durch die aus der Kürze der Beobachtungszeit für den Belchen sich naturgemäß ergebende Ungenauig-

*) Vgl. Dr. Hergesell, „Die meteorologischen und klimatischen Verhältnisse Elsaß-Lothringens". S. 14.

**) Ebenda, S. 6.

Digitized by Google

keit oder aber durch eine meteorologische Eigenthümlichkeit des Berggipfels*) zu erklären ist, läßt sich einstweilen nicht entscheiden.

Besondere Erscheinungen im Klima der Vogesen.

Wir dürfen die Besprechung der einzelnen klimatischen Elemente unseres Berggipfels nicht schließen, ohne zwei klimatische Eigenthümlichkeiten zu erwähnen, die zwar keineswegs auf dem Belchen allein zu beobachten sind, die aber einerseits auf ihm in ganz hervorragender Weise sich bemerkbar machen, andererseits durch die gleichzeitigen Beobachtungen der einzigen Hochstation der Vogesen und der Fußstationen für unser Gebiet allein in den Bereich wissenschaftlicher Betrachtung gerückt sind; es sind dies die Erscheinungen des sog. Hochdruckwinters und des Vogesenföhns.

Beide Erscheinungen sind bereits in eingehender Weise von Dr. Hergesell in der mehrfach erwähnten Arbeit geschildert nnd erklärt worden, doch scheint es unerläßlich, auch an dieser Stelle dieselben im Zusammenhang mit der vorhergehenden Besprechung zu erwähnen; im übrigen aber sei zwecks eingehenderen Studiums auf die genannte Arbeit verwiesen**).

Der Hochdruckwinter.

Jedem, der zur Winterszeit die höher gelegenen Kuppen unserer Gebirge, speciell auch der Vogesen, häufiger besucht, fällt wohl auf, daß sehr oft die Höhen im herrlichsten Sonnenschein einer fast sommerlichen Temperatur sich erfreuen, während unten die Thalsohlen und die Niederungen bei niedrigen Temperaturen im dichten Nebel lagern. In den Mittelwerthen der meteorologischen Aufzeichnungen kommt diese Thatsache dadurch zum Ausdruck, daß die Bewölkungsziffer für den Belchen eher eine Abnahme, für die Thal- und die Niederungsstation dagegen eine ausgesprochene Zunahme nach den Wintermonaten hin zeigen, daß ferner die mittleren Minima der Temperaturen des Berggipfels einen Betrag aufweisen, der bedeutend über dem nach der Höhenlage zu erwartenden liegt. Beim Vergleich der einzelnen meteorologischen Elemente eines solchen Wintertages findet man, daß die oben kurz beschriebene Erscheinung in der Regel nur dann eintritt, wenn hoher Barometerstand herrscht, wenn sich also das Gebiet des Rheinthales im Bereich eines barometrischen Maximums befindet. Indem unter dem Einfluß eines solchen die Luftmassen sich in absteigender Bewegung befinden, kommen sie unter ständig größer werdenden Druck, sie erwärmen sich. Diese Thatsache bewirkt im Verein mit dem dabei als Begleiterscheinung auftretenden klaren Himmel, der eine ungehinderte Einstrahlung der Sonne zuläßt, die hohen Temperaturen des Berggipfels, die an einzelnen Tagen auf dem Belchen bis zu 13° höher liegen, als die gleichzeitigen in dem um 1100 m niedriger gelegenen Gebweiler***), was einer Temperaturdifferenz von rund 17—18° in gleichem Niveau entspricht.

Eine Folge der Erwärmung der abwärts sich bewegendenden Luftmassen ist aber auch eine Abnahme der relativen Feuchtigkeit, also eine Abnahme der Gründe zur Nebel- bezw. Wolkenbildung, wodurch sich auch die bereits als Begleiterscheinung erwähnte Heiterkeit des Himmels erklärt. Wir hätten natür-

*) Vgl. Van Bebber, Lehrbuch der Meteorologie. S. 90.

**) „Die meteorologischen und klimatischen Verhältnisse Elsaß-Lothringens." S. 15 u. flgd.

***) So verzeichnet z. B. am 2. Januar 1891 Gebweiler eine Maximaltemperatur von — 1,5°, der Belchen + 11,6°.

Digitized by Google

lich dieselbe Erscheinung heiteren, klaren Wetters, hoher Temperatur verbunden mit geringer relativen Feuchtigkeit auch in den Thälern und Niederungen, und zwar in erhöhtem Maße zu erwarten, da ja dort die Luftmasse um einen größeren Betrag nach abwärts sinken muß, wenn nicht gleichzeitig Verhältnisse einträten, welche die eben geschilderte Wirkung des Luftdruckmaximums für die Thäler aufheben. Gerade in Folge des heiteren Himmels strahlt die Erde des Nachts in hohem Maße die tagsüber erhaltene Wärme in den Weltenraum aus, kühlt sich also nach Sonnenuntergang sehr rasch ab, die unmittelbar über dem Erdboden lagernden Luftmassen folgen dieser Abkühlung am raschesten und erreichen also bald den Thaupunkt, daher die Nebelbildung in der Niederung und auf der Thalsohle. Auf der Höhe tritt, trotz der auch hier erfolgenden Abkühlung, keine Nebelbildung ein, da die dort abgekühlten Luftmassen thalwärts abfließen und ständig durch neue, wärmere wieder ersetzt werden. Nachdem aber einmal die Thalsohle mit Nebelmassen bedeckt ist, kann dort tagsüber die Sonne nicht mehr in dem Grade wärmend wirken, wie auf der nebelfreien Höhe, es reicht die Erwärmung durch die abwärts sinkenden Luftmassen nicht mehr aus, die Nebelmassen aufzulösen; wohl werden die oberen Schichten derselben tagsüber wieder in Dampfform übergeführt, das Niveau des Nebelmeeres senkt sich, aber nur, um in der nächsten Nacht wieder zu der vorigen Höhe anzusteigen. Als typische Erscheinung des Hochdruckwinters in unseren Gebirgsgegenden haben wir also in kurzen Zügen folgende: Oben prächtigen, heitersten Sonnenschein, häufig sommerliche Wärme bei fast vollständiger Windstille, ungehinderte Fernsicht nach den aus dem unten lagernden Nebelmeere wie Inseln und Gestade herausragenden entfernteren Gebirgskuppen und -Ketten, Schwarzwald, Jura, Alpen, welch' letztere dann vom Belchen aus häufig in geradezu überwältigender Großartigkeit, vom Säntis bis zum Mont-Blanc hin sichtbar, den Horizont nach Süden und Südosten abschließen *).

Als Beispiel für solche Wetterlage seien die betreffenden meteorologischen Elemente unserer beiden Stationen Belchen und Gebweiler für einen Tag gegeben, an dem dieselbe ganz besonders charakteristisch hervortritt, nämlich für den 10. December 1890:

Station	Barometer			Temperatur			Relative Feuchtigkeit			Bewölkung			Bemerkungen
	7a	1p	9p	7a	1p	9p	7a	1p	9p	7a	1p	9p	
Belchen	643,5	43,8	44,0	+ 0,1	+ 2,9	— 2,2	91	79	93	0	0	0	Alpenaussicht bis Mont-Blanc
Gebweiler	739,0	39,0	40,3	— 6,6	— 3,7	— 5.8	92	89	85	10	10	10	Nebel

*) Dementsprechend sind die Tage mit Alpenaussicht im Winter bedeutend häufiger als im Sommer. Die Wahrscheinlichkeit (in Procenten) eines Tages mit Alpenaussicht beträgt für den Belchen (berechnet aus den Beobachtungen der Jahre 1890—95):

Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
43	48	36	18	17	21	11	20	26	40	46	54

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Das meteorologische Observatorium auf der Schneekoppe.

Von Dr. C. Kaßner in Berlin.

Da die feierliche Einweihung von Preußens höchster Wetterwarte in Bälde bevorsteht, dürfte es die Leser interessiren, eine zuverlässige Beschreibung dieses Observatoriums zu erhalten, um so mehr, als gerade bei Höhenstationen über den Zweck und Werth schon Monate lang vor ihrer Errichtung unzutreffende oder gar phantastisch ausgeschmückte Berichte in den Tageszeitungen zu erscheinen pflegen.

Gelegentliche meteorologische Beobachtungen sind auf der Schneekoppe bereits vor mehr als hundert Jahren angestellt worden und zwar, soweit bekannt ist, zuerst im Juli 1786, sodann vom 26. Juni bis 9. Juli 1823 seitens des Gürtlers Heller aus Löwenburg in Schlesien. Schon vom folgenden Jahre ab beobachtete, allerdings nur während der Sommermonate Juni bis September, der Gastwirth Siebenhaar aus Warmbrunn, welcher im gleichen Jahre 1824 die bis dahin mehrfach ausgeraubte Kapelle als Wirthshaus von der gräflich Schaffgotschen Herrschaft pachtete. In diesem Gebäude, das nur einen einzigen Raum von 7 m Durchmesser enthält, wurde ein Barometer aufgehängt und dreimal täglich abgelesen; außerdem wurde ebenso oft die Lufttemperatur, die Windrichtung, die Bewölkung und das Eintreten von Nebel, Regen, Schnee und Gewitter bestimmt und die Art des Auf- und Unterganges der Sonne nach den Klassen „schön", „ziemlich" und „schlecht" notirt. Von letzteren Aufzeichnungen sei hier aus den 10 Beobachtungsjahren 1824—34 (ohne 1826) mitgetheilt, daß

	der Aufgang	der Untergang
schön	21 mal	13 mal
ziemlich	26 mal	25 mal
schlecht	58 mal	68 mal

war, während sonst Nebel oder Wolken ihn ganz verdeckten.

Nach 1834 trat eine große Unterbrechung in den Beobachtungen ein; zwar wurde 1850 auf der preußischen Gipfelseite (die preußisch-österreichische Grenze geht ziemlich mitten hinüber) ein Hospiz von dem Gastwirth Sommer erbaut, wobei die Kapelle ihrem kirchlichen Zwecke wieder zurückgegeben wurde, jedoch zeigte sich kein Interesse für die Wiederaufnahme der Beobachtungen. Vorübergehend fanden solche statt, als der Geodät Prof. Sadebeck zu Vermessungszwecken auf der Schneekoppe weilte, nämlich vom 19. Juli bis 14. August 1863, in welcher Zeit er 4 bis 8 mal täglich Ablesungen machte; er hielt darüber

Digitized by Google

zwei Vorträge in Breslau, ohne dadurch aber für Fortsetzung seiner Beobachtungen genügendes Interesse zu erwecken.

Ende der siebziger Jahre wurde wiederholt bei dem Preußischen Meteorologischen Institute die Frage angeregt, ob es sich nicht empfehle, auf dem höchsten Punkte Preußens eine meteorologische Station zu errichten. Auf eine Anfrage seitens des Instituts an den Gastwirth Pohl, der sowohl das preußische als auch das inzwischen erbaute österreichische Gasthaus besaß und somit „doppelt-kaiserlicher Unterthan und doch auch wieder alleiniger Herr auf der Schneekoppe" war, erfolgte sofort Zustimmung, um so mehr, als der Telegraphist, J. Kirchschlager, welcher zum Beobachter geeignet erschien, auch im Winter als Koppenwächter oben bleiben sollte, um gleichzeitig auch Regenmessungen, die er im Herbste 1879 für den böhmischen Forstverein in Weißwasser begonnen hatte, fortzusetzen. Demgemäß begab sich Herr Hellmann Ende Juni 1880 nach der Schneekoppe und konnte noch am letzten Tage des Monats dem Institute telegraphisch melden, daß Preußens höchste meteorologische Station eröffnet sei.

Da der Beobachter auf der österreichischen Seite wohnt (er ist Österreicher von Nationalität), so wurden die Instrumente, zumal mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Beobachtungen im Winter, in und an der böhmischen Baude angebracht, während der Regenmesser auf preußischem Gebiete steht. Die Ablesungen und sonstigen Notirungen geschehen im Umfange einer Station II. Ordnung und zwar seit dem 1. Juli 1880. Herr Kirchschlager hat die Beobachtungen bis heute ausgeführt und wird darin auch nach Eröffnung des Observatoriums den neuen Beobachter, Herrn von Kulesza, unterstützen.

Ehe ich nun zur Geschichte des Observatoriums selbst übergehe, erscheint es mir angemessen, kurz die örtlichen Verhältnisse zu schildern, da ihre Kenntnis für das bessere Verständnis des Folgenden nothwendig ist.

Während auf dem Brocken die Auswahl eines für ein Observatorium geeigneten Bauplatzes wegen seiner flachen und sehr ausgedehnten Kuppe nicht schwierig ist, liegen die Verhältnisse auf der Schneekoppe weit ungünstiger. Zunächst nämlich ist die Gipfelfläche eine wenig umfangreiche, nur etwa 70 m lang (von Ost nach West) und 50 m breit (von Süd nach Nord). Die Linie, welche 1 m tiefer als die den höchsten Punkt bezeichnende Grundfläche der Kapelle verläuft, umschließt einen Raum von 45 m im Geviert, also nur von rund 2000 qm; von da fällt das Terrain nach NNW, E und SW sehr schnell ab, sodaß es bereits in 40 m Abstand von der Kapelle 5 m unter deren Schwelle liegt. Ein guter Theil dieser ohnehin nicht günstigen Fläche wird bereits eingenommen 1) von der Kapelle, 2) von der preußischen, 3) von der

Digitized by Google

böhmischen Baude, 4) von je einem Vermessungspfeiler auf preußischer und österreichischer Seite. Außer dieser starken Inanspruchnahme des Terrains durch Baulichkeiten erschwerte noch ein anderer Umstand die Auswahl des Bauplatzes: die Grenze; denn wenn auch die wenigen Instrumente einer gewöhnlichen Beobachtungsstation, wie sie bisher auf der Schneekoppe besteht, ohne erhebliche Bedenken und Schwierigkeiten auf fremdstaatlicher Seite untergebracht werden konnten, so war es nicht angängig, ein aus preußischen Staatsmitteln geschaffenes großes Observatorium in einem anderen Staate aufzubauen.

Wenn man trotz dieser Schwierigkeiten an diesem Berge festhielt, so sprachen eben sehr gewichtige Gründe dafür. Schon bei der Errichtung der Brockenstation hatte in dieser Zeitschrift Herr Assmann*) Gelegenheit genommen, den Werth von Höhenstationen für die Meteorologie in theoretischer und praktischer Hinsicht eingehend zu beleuchten, sodaß ich mich darauf hinzuweisen hier beschränke. Dagegen aber scheint es mir angezeigt, hier besonders den Unterschied des Schneekoppen-Observatoriums von dem auf dem Brocken zu erörtern.

Ein wesentlicher Unterschied beider Stationen ergiebt sich schon aus der allgemeinen geographischen Lage. Während der Brocken dem Meere und den Hauptzugstraßen der Depressionen nicht fern liegt, und daher von beiden stark beeinflußt wird, wie sich ersteres z. B. in dem enormen Rauhreifansatz oft so malerisch schön, aber praktisch außerordentlich erschwerend geltend macht, so hat die Schneekoppe in ihrem Klima schon mehr binnenländischen Charakter. Hinsichtlich der spezielleren Lage drängt sich sofort die Wahrnehmung auf, daß der Brocken als Kern des Harzmassivs ringsum von stattlichen Höhen umlagert ist, welche naturgemäß in den Witterungsverhältnissen des Brockens besondere Eigenthümlichkeiten veranlassen, während die Schneekoppe nur ein allerdings stark erhöhter Punkt eines im großen Ganzen ostwestlich ziehenden Kammes, mit steilem Abfall besonders nach Norden hin, ist. Entspricht schon dadurch die Schneekoppe in höherem Grade den Anforderungen einer Hochstation, so ist das weitaus mehr der Fall bei der besonderen Gestalt des Gipfels. Wie an dem Brocken schon in der Ferne seine flachgewölbte, fast plateauartige Kuppe auffällt, so an der Schneekoppe ihr kegelförmiger ziemlich steil ansteigender Gipfel. Dadurch werden auf ihr angestellte Beobachtungen in höherem Maße der Forderung entsprechen, daß sie die Zustände der gleich hohen Atmosphärenschichten ungestörter und daher richtiger wiedergeben sollen.

Aus der geschilderten Lage ergiebt sich aber ferner, daß die Schneekoppe als Krönung eines langgestreckten Gebirgskammes in aus-

*) Vergl. das „Wetter", 9. Jahrgang, Februarheft.

Digitized by Google

gezeichneter Weise geeignet ist, Studien über das Wetter anzustellen zumal sich der Kamm häufig als Wetterscheide geltend macht.

Weiter kommt dazu, daß der Brocken wegen seiner verhältnißmäßig geringen Höhe (1142 m) häufig, zumal im Winter in Nebel und Wolken gehüllt sein wird, während der 460 m höhere Schneekoppengipfel öfter über die Wolkendecke hinausragt. In welchem Betrage das der Fall ist, lehrt folgende kleine Zusammenstellung aus dem Winter (Oktober bis März) 1895/96 über die Zahl der heiteren, trüben und Nebeltage:

	Brocken (1142 m)	Schneekoppe (1603 m)
heitere Tage	22	44
trübe Tage	113	94
Nebel-Tage	158	126

Endlich darf nicht übersehen werden, daß gerade die preußische Seite des Riesengebirges gegenüber der stark bergigen böhmischen Seite außerordentlich steil abfällt, liegt doch das (in Luftlinie gemessen) kaum 8 km entfernte Arnsdorf bereits in nur 435 m Seehöhe, woraus sich auf die genannte Entfernung hin ein Abfall von 1170 m ergiebt oder 1 m Gefälle auf 7 m Horizontalweg, während auf der Südseite 1050 m auf 10 km kommen. Damit ist die Gelegenheit zu mannigfaltigen meteorologischen und physikalischen Untersuchungen in hervorragendem Maße gegeben, so hinsichtlich der Frage der Temperaturabnahme mit der Höhe, so zur Prüfung der barometrischen Höhenmessung, zum Studium der auf- und absteigenden Luftströme, die noch außerordentlich viel Lehrreiches bieten u. s. w.

Bei dem gegenwärtigen Stande der Meteorologie ist mit einer Station II. Ordnung dort oben wenig gedient, denn wir bedürfen dauernder Aufzeichnungen über alle Witterungszustände und vor Allem des Überganges eines Zustandes in den andern. Dazu gehört aber wieder ein lediglich für diese Zwecke errichtetes Gebäude mit einem zuverlässigen Instrumentarium und einem nur mit dessen Überwachung und ständiger Himmelsschau beschäftigten Beobachter.

Diese Überlegungen hatten schon seit vielen Jahren im Meteorologischen Institute zu Berlin den Wunsch nach einem Observatorium rege gemacht, doch vorerst galt es noch andere nothwendigere Aufgaben zu erledigen: die Reorganisation des Institutes. Als dieselbe zu Anfang der neunziger Jahre im Wesentlichen beendet war, wurde zunächst die Brockenstation eingerichtet, und dann ging man an die Vorarbeiten zum Observatorium auf der Schneekoppe. Dazu kamen noch mehrfache Aufforderungen an das Institut zur Errichtung dieses Observatoriums, zumal seitens des Riesengebirgsvereins, der sich auch in seinen Versammlungen wiederholt damit beschäftigte. Schließlich nahm der Vorsitzende

Digitized by Google

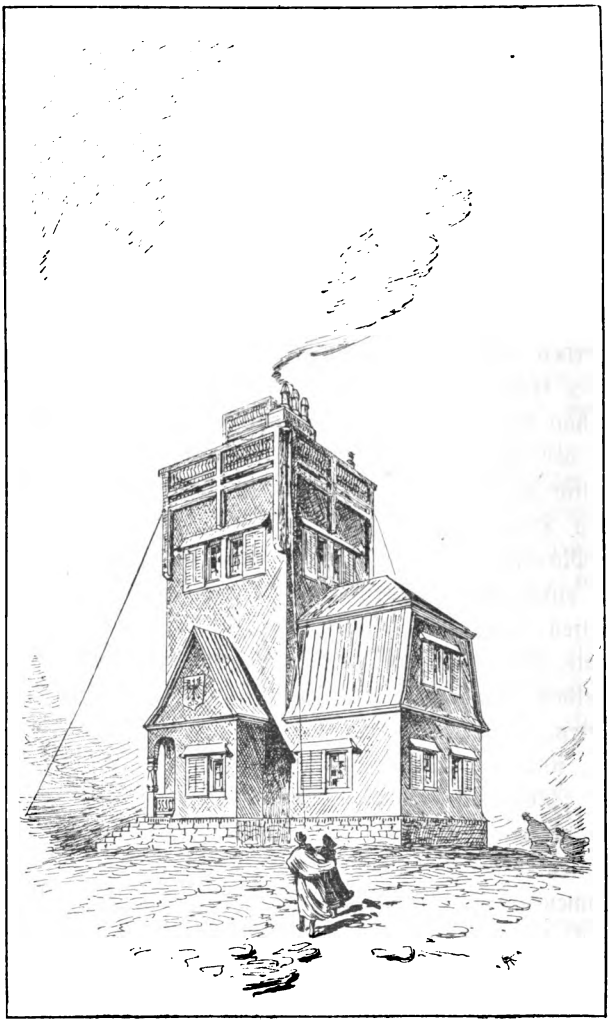
des Vereins, Herr Landgerichtsrath Seydel, als Mitglied des Hauses der Abgeordneten, Veranlassung, einen dahin gehenden Antrag bei dem hohen Hause einzubringen, der von der Regierung lebhaft befürwortet und daraufhin angenommen wurde. Auch nachher hat Herr Seydel bereitwilligst mit Rath und That dem Institute zur Seite gestanden. Es gelang auch, die Besitzerin des Terrains, die Reichsgräflich Schaffgotsch'sche Standesherrschaft zur miethsweisen Hergabe des erforderlichen Bauplatzes auf mehrere Jahrzehnte hinaus zu bewegen.

Nachdem die veranschlagte Bausumme seitens des Abgeordnetenhauses bewilligt war, wurde im Juni 1899 mit dem Bau begonnen, da die meisten Materialien (zugerichtete Balken ꝛc.) bereits lange vorher bei der Riesenbaude am Fuße des eigentlichen Schneekoppenkegels lagerten, und im November desselben Jahres beendet. Der Bau hatte somit nur fünf Monate gedauert, obwohl kein fahrbarer Weg bis obenhin führt und jeder Ziegelstein, jeder Balken, jede Kalk- und Cementmenge, jede Thür, ja sogar das Wasser durch Menschen hinaufgetragen werden mußte. Daher wird es auch verständlich, daß z. B. jeder Centner Kohlen oben mehr als dreimal soviel kostet, als in dem doch auch schon 600 m hohen Krummhübel. Mit welchen Schwierigkeiten aber der Aufstieg im Winter verknüpft sein kann, lehrt eine außerordentlich anschauliche Schilderung eines solchen zur Revision der Station von Herrn Kremser im Jahre 1885 bei —13° unternommenen Marsches: „Leider dauerte der in der Nacht vom 2. zum 3. Januar eingetretene Sturm auch am Morgen des 3. noch fort, und so hatten wir, da derselbe vom Gebirge herab uns gerade entgegenwehte, schon in den unteren Lagen (oberhalb Krummhübels) gegen denselben schwer zu kämpfen; zudem war der Weg durch Hörnerschlitten, welche vom oberen Waldgehänge Holz hinabführten, so zerfahren und geglättet, daß ich und der Führer recht häufig zu Fall kamen. Erschöpft erreichten wir endlich das obere Waldgehänge, in welchem wir zwar vor dem Winde geschützt waren, aber dafür durch fußhohen losen Schnee bergan waten mußten, bis wir zum freien Gehänge kamen. Hier packte uns der Sturm mit verstärkter Gewalt, die uns entgegengeschleuderten Eisnadeln zwangen uns, die Augen zu schließen, und da wir bald in losem Schnee tief einsanken, bald auf glatter Fläche aus- und herabglitten, kamen wir trotz der größten Anstrengung so gut wie garnicht vorwärts". —

Das Bauprogramm zu dem Observatorium ist im Preußischen Meteorologischen Institut durch dessen Direktor, Herrn v. Bezold, in vielfachen Besprechungen mit den Herren Hellmann und Kremser entworfen worden, worauf die bautechnische Ausarbeitung durch die Firma Grosser in Schmiedeberg unter Oberleitung des Kreisbauinspektors, Herrn Jungfer, erfolgte.

Digitized by Google

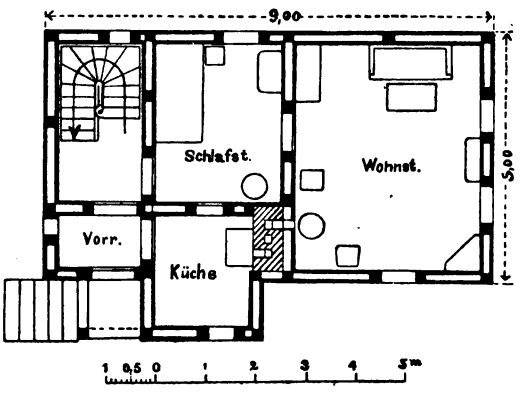
Das nunmehr fertige Observatorium besteht, wie das beistehende Schaubild (von SE aus gesehen) zeigt, aus einem quadratischen Thurm und zwei Anbauten, deren einer Wohnräume birgt, während der zweite den Eingang und einen Theil der unteren Küche enthält. Die Grundmauern und das Kellergeschoß sind aus dem am Orte selbst gebrochenen Gneis und Glimmerschiefer errichtet; nur zu den Ecken wurde der



härtere Granit, der in der Nähe der Riesenbaude gebrochen wurde, verwandt. Auf diesen etwa 1 m aus dem Erdboden herausragenden Steinmauern, die mit Ziegelsteinen überwölbt wurden, ist das Observatorium in Holzfachwerk aufgeführt, dessen Zwischenräume mit Korksteinen ausgefüllt sind. Außen sind 3 cm starke, gespundete Bretter aufgenagelt, hierüber liegt eine doppelte Schicht Asphaltpappe, die mit

Digitized by Google

kleinen, sogenannten tiroler Holzschindeln benagelt wurde. „Im Innern sind alle Wände mit Gipsdielen bekleidet und im Flur und in der Küche mit Oelfarbe gestrichen, in den Wohnräumen dagegen mit einem filzigen Wollgewebe bekleidet und alsdann tapezirt. Die Balkendecken sind mit Cementdielen gestakt, mit Sand ausgefüllt, von unten mit dickem Filz benagelt und mit Gipsdielen unterschalt. Sie tragen im Erdgeschoß eichenen, in den übrigen Stockwerken fichtenen Fußboden; der Vorflur hat einen Belag von Granitplatten erhalten, Küche und Flur sind dagegen mit Thonfliesen belegt. Die Fenster sind doppelte und mit äußeren hölzernen Verschließläden versehen, die auf Rollen und Messingschienen laufen und vom Innenraume aus mittels einer Drehkurbel seitlich auf- und zugeschoben werden können. Die Dachbedeckung besteht theils aus verzinktem Eisenblech auf Pappunterlage, theils aus Holzcement mit Kiesbeschüttung, auf der schwere Steine und darüber eichene Lattenbeläge liegen. Für den Schutz gegen Blitzschlag ist durch drei Auffangspitzen und Firstleitungen gesorgt; die Erdleitung endet 500 m abwärts in feuchtem Untergrunde“ *). Zum Schutze gegen allzu heftigen Winddruck dienen vier Stahldrahtkabel an den Thurmecken; eins der Kabel mußte wegen Raummangel auf österreichischem Boden verankert werden.



Betritt man das Gebäude über die sechs Stufen am Eingang, so gelangt man durch einen Vorraum geradeaus zum Treppenhaus, rechts in die Küche der unteren Wohnung, die außerdem ein von der Treppe her zugängliches Schlaf- und ein Wohnzimmer enthält. Eine ähnliche Wohnung befindet sich im ersten Stock, da nicht nur der Beobachter, sondern auch ein zu dienstlichen oder wissenschaftlichen Zwecken anwesender Institutsbeamter oder sonst ein zu Untersuchungen hier weilender Gelehrter Unterkunft finden soll. Im zweiten Stockwerk gelangt man in das Beobachtungszimmer, das nach allen vier Himmelsgegenden freien Ausblick gestattet, und von da auf die Platform, an deren Südostecke sich der Schornstein befindet, da SE-Winde selten sind und daher der Rauch so am wenigsten belästigt. Die Platform betritt

*) Nach der bautechnischen Beschreibung im Centralblatt der Bauverwaltung.

Digitized by Google

man von einem Überbau der Treppe, der von jener aus durch eine kurze Treppe besteigbar ist, und zur Aufstellung von registrirenden Wind- und Sonnenscheinapparaten dienen soll.

Von den sonstigen Instrumenten, die zunächst aufgestellt werden, kommen in das Beobachtungszimmer Barometer und Barograph, während Thermometer, Thermograph und Hygrograph in einer großen „englischen" Hütte auf der Platform untergebracht werden. Außerdem werden noch gebraucht werden Aspirationspsychrometer, ein registrirender Regenmesser nach Hellmann-Fueß, Handanemometer, Wolkenspiegel 2c. Sobald erst weitere Erfahrungen gewonnen sind, sollen auch noch Messungen und Beobachtungen anderer Art ausgeführt werden.

Möge das Observatorium, dessen Erbauung sehr glücklich zu einer Zeit stattfindet, in welcher man allseitig der Erforschung der höheren Luftschichten das größte Interesse zuwendet, auch seinerseits werthvolle Beiträge zu solchen Untersuchungen liefern.

Die Niederschlags- und Temperaturverhältnisse des südlichen Roergebietes im Jahre 1899.

Von Dr. P. Polis in Aachen.

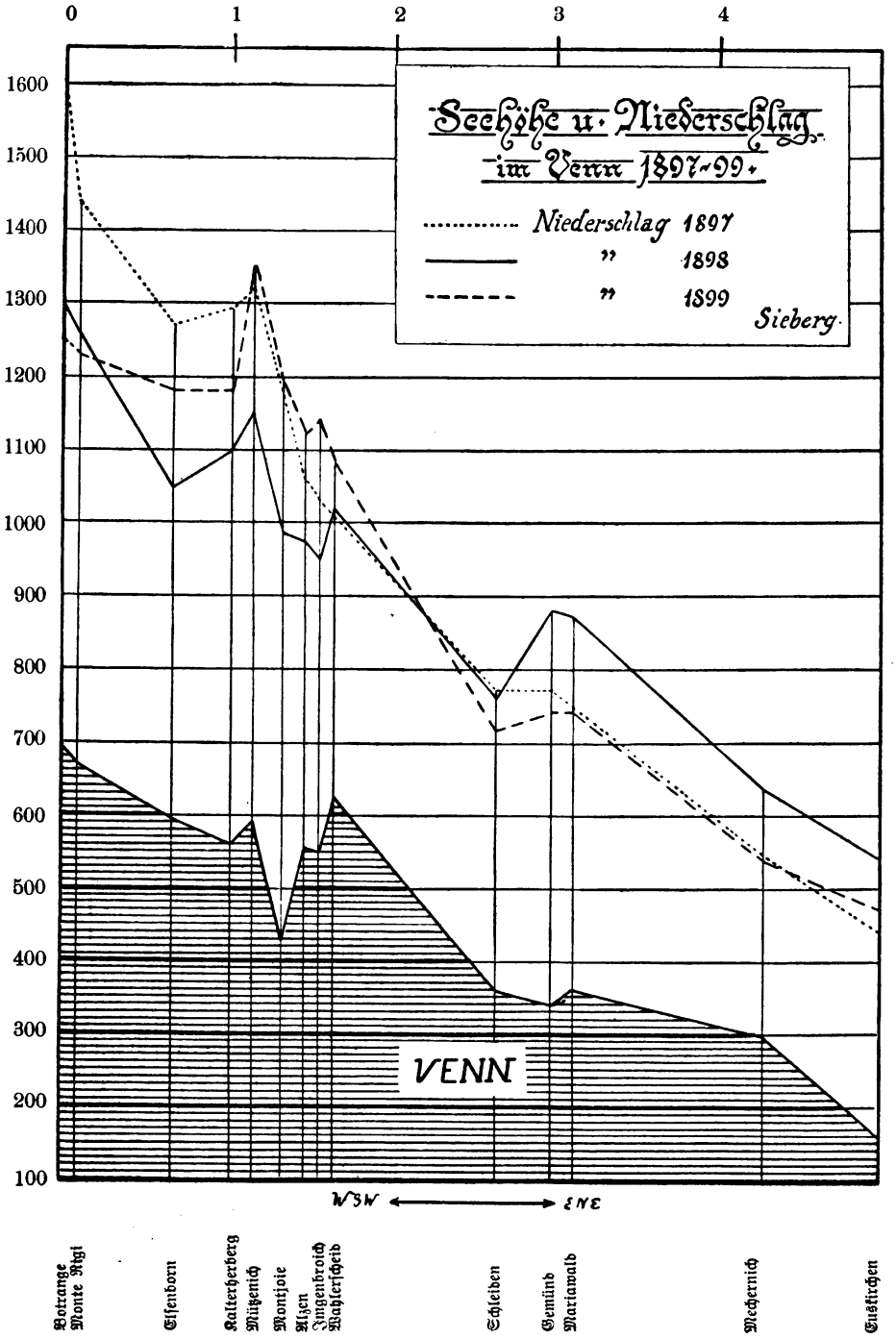
Die Niederschlagsverhältnisse. Die schon im Jahre 1895 begonnene Abnahme der Niederschläge hielt auch im verflossenen Jahre an, sodaß auch das Jahr 1899, wie die beigegebene Zusammenstellung zeigt, für die Rheinprovinz sich als zu trocken herausstellte.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr Jan.—Dec.
			Aachen		
1851—90	214	183	235	212	844
1899	179	257	153	156	745
Differenz	— 35	+ 74	— 72	— 56	— 99
			Köln		
1851—90	132	133	211	152	628
1899	130	119	168	138	555
Differenz	— 2	— 14	— 43	— 14	— 73
			Trier		
1851—90	149	153	211	182	695
1899	177	136	154	184	651
Differenz	+ 28	— 17	— 57	+ 2	— 44

Diesmal erwiesen sich die eigentlichen Sommermonate als besonders trocken, während nur das Frühjahr für den nördlichen Theil der Rheinprovinz, der Winter für den südlichen zu naß waren.

Digitized by Google

In der gleichen Weise wie in den früheren Jahren sind auch hier wieder die Jahresniederschläge tabellarisch zusammengestellt, wobei be-



Digitized by Google

merkt, daß die mit * bezeichneten Stationen dem Königl. Preußischen Meteorologischen Institut unterstellt sind, während die übrigen dem hiesigen Netze angehören.

Den größten Regenreichthum (s. umst. Karte) treffen wir diesmal nicht auf den höchsten Erhebungen des Venns, dem Monte Rigi und der Botrange an, sondern auf der Hochfläche bei Mützenich, mit 1348 mm. Die Ursache der größten Niederschlagsmenge in Mützenich ist auf zwei wolkenbruchartige Regenfälle im Monat Juli am 4. und 16. zurückzuführen, wobei daselbst Tagesmengen von 72 mm gemessen wurden. Auf dem Monte Rigi fielen 1232 mm und auf der Botrange 1248 mm im Jahre, während die Niederschlagsmenge des Brockens 1454 mm und die der Schneekoppe 1291 mm für das verflossene Jahr betrug. Auch in der diesjährigen Karte sind die höchsten Erhebungen des Venns von der 1000 mm Kurve umschlossen; abweichend von der letztjährigen Karte ist auch das Flußgebiet der Weser in den niederschlagsreichen Theil aufgenommen worden. Während die höheren Erhebungen des Venns mehr Niederschlag als im Vorjahre empfingen, erwies sich die Ost- (Lee-) Seite als viel trockener; in Euskirchen wurden nur 467 mm, in Jülich 438 mm gemessen. Besonders bemerkenswerth ist, daß im Jahre 1899 die Leeseite lange nicht so gewitterreich war wie im Jahre 1898. Die Regenabnahme von der Botrange bis nach Euskirchen (50 km Entfernung) beträgt 1248 mm — 467 mm = 781 mm, d. h. für das Kilometer und Jahr 15.6 mm. Um nun einerseits die Abhängigkeit der Regenmenge von der Seehöhe bezw. Luv- und Leeseite, und andererseits die Verschiebung während der einzelnen Jahre zu zeigen, wurde ein Vertikalschnitt vom Monte Rigi bis nach Euskirchen gelegt. In dieser Zeichnung sind die Seehöhen und die Niederschlagssummen der drei letzten Jahre der dieser Schnittlinie zunächst gelegenen Stationen wiedergegeben, wobei die horizontalen Schichten je 100 m Seehöhe bezw. je 100 mm Regenhöhe darstellen. Die Figur veranschaulicht aufs deutlichste den Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen.

Seit 1. Juni d. J. ist in Gemünd ein registrierender Regenmesser nach Hellmann aufgestellt; als stärkster Regenfall in kurzer Zeit geht aus den dortigen Beobachtungen der vom 7. September mit 19.1 mm in 12 Minuten hervor, was für die Minute 1.6 mm ausmacht, während in Aachen der stärkste Regen den Betrag von 0.6 mm für die Minute am 24. Juli erreichte.

Was nun die Niederschlagshäufigkeit anbelangt, die sich durch Auszählung der Tage mit > 0.2 mm ergiebt, so schwankt für unser Gebiet die Anzahl zwischen 176 Tagen in Conzen und 109 Tagen in Jülich.

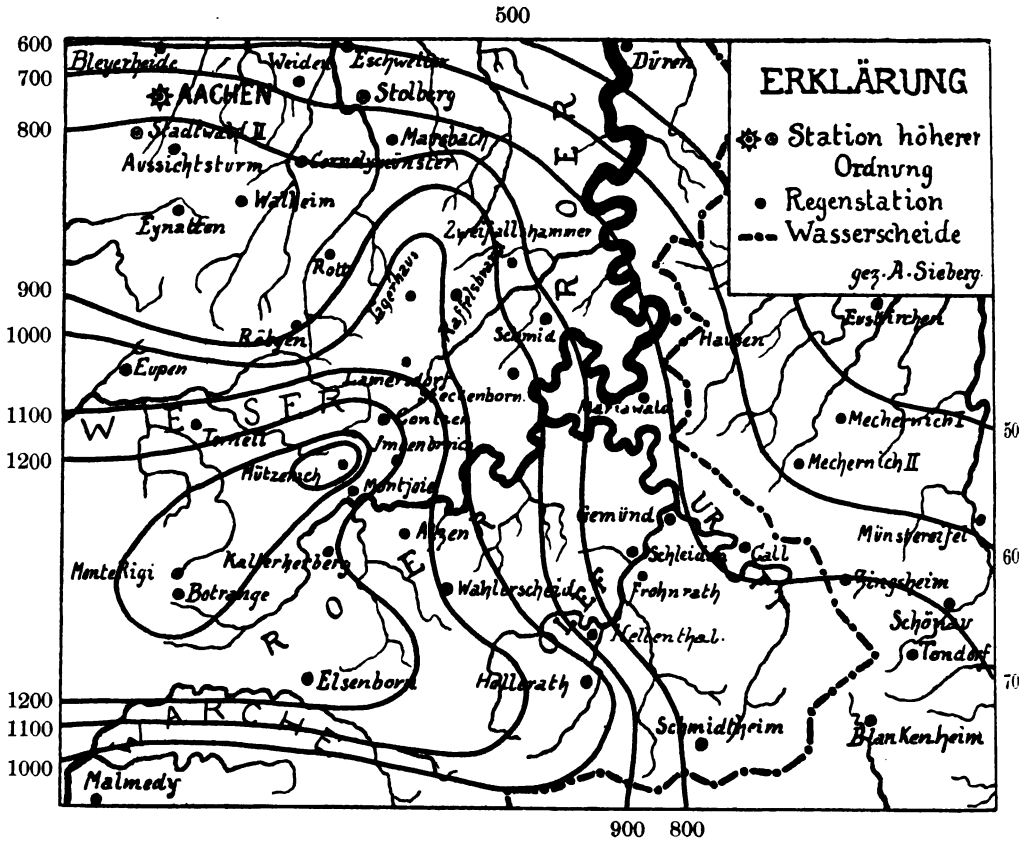
Digitized by Google

Jahres-Niederschläge 1899.

Tabelle 2.

Station	See-höhe	Niederschlag			Zahl der Tage mit		
		Summe	Maximum in 24 St.	Datum	mehr als 0.2 mm ▨✳ △▲	✳	△ (▲)
	m	mm	mm				
Aachen * . . .	169	762	27.9	5./VII.	150	24	4 (6)
Alzen	555	1117	37.0	5./VII.	175	33	4 (1)
Aussichtsthurm .	358	888	28.6	7./XII.	166	—	—
Bleyerheide . .	172	526?	24.2	7./XII.	131	8	2
Botrange . . .	695	1248	—	—	—	—	—
Call	378	707	31.5	24./VII.	152	20	1 (1)
Conzen	550	1190	41.7	5./VII.	176	30	2 (1)
Düren * . . .	129	444	25.1	28./V.	126	16	10 (1)
Elsenborn * . .	595	1184	38.2	5./VII.	166	26	3 (4)
Eschweiler * . .	155	630	29.4	28./V.	140	17	8
Eupen *	282	1034	51.8	24./VII.	169	20	3 (6)
Euskirchen * . .	160	467	80.2	14./VII.	118	16	2 (1)
Eynatten * . .	268	861	4.02	5./VII.	160	21	5 (7)
Frohnrath . .	525	723	33.1	11./VII.	153	26	4 (2)
Gemünd . . .	338	738	30.6	28./V.	150	28	8
Hellenthal . . .	392	817	26.5	31./XII.	169	21	4 (1)
Hollerath . . .	619	994	32.3	31./XII.	157	32	1 (3)
Jägerhaus . .	561	1025	48.0	26./V.	171	37	5 (1)
Imgenbroich . .	554	1138	73.3	17./VII.	156	26	?
Jülich * . . .	86	438	21.8	7./XII.	109	12	1 (1)
Kalterherberg .	561	1179	43.0	5./VII.	170	29	4
Lammersdorf .	550	1005	36.1	26./V.	175	43	22 (5)
Malmedy * . .	330	934	34.1	5./VII.	141	16	(2)
Mausbach * . .	174	780	30.8	7./VIII.	136	23	10 (1)
Maxiawald . .	360	736	33.2	5./VII.	148	33	(1) ?
Mechernich I . .	300	538	34.6	28./V.	115	—	—
Mechernich II .	355	659	29.3	26./V.	114	18	—
Monte Rigi . .	670	1232	43.6	5./VII.	170	34	(3)
Montjoie . . .	430	1186	59.7	17./VII.	153	—	—
Münstereifel * .	290	596	26.4	28./V.	141	26	2
Mützenich * . .	590	1348	71.6	17./VIII.	159	22	2 (1)
Raffelsbrand . .	470	965	39.2	5./VII.	171	30	7 (2)
Rötgen * . . .	398	883	35.6	28./V.	168	26	3 (4)
Rott	355	864	35.0	5./VII.	151	29	4
Schleiden . . .	380	719	22.1	5./VII.	156	30	1 (3)
Schmidt . . .	450	829	33.2	5./VII.	158	22	(5)
Schmidtheim * .	570	770	21.0	13./II.	145	32	—
Steckenborn . .	520	907	39.3	5./VII.	168	34	1 (1)
Stolberg . . .	180	712	44.4	7./VIII.	143	21	8 (2)
Ternell * (Decbr. interpolirt) .	500	1129	—	—	—	—	—
Tondorf * . . .	—	749	28.7	28./V.	131	14	(2)
Wahlerscheidt .	625	1078	30.5	5./VIII.	165	27	1 (1)
Walheim . . .	260	876	41.5	5./VII.	142	19	3
Weiden * . . .	179	739	71.9	7./VIII.	111	8	1 (5)
Zingsheim * . .	530	759	40.9	8./IX.	157	24	1
Zweifallshammer	218	810	32.4	28./V.	165	30	1 (4)

Digitized by Google

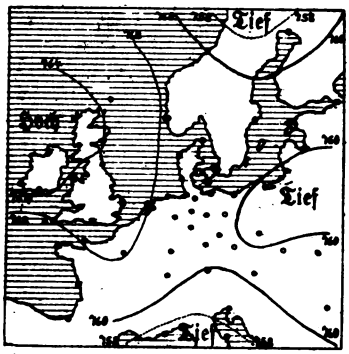


Auch das verflossene Jahr war schneearm; die meisten Schneetage wiesen Lammersdorf mit 43, die wenigsten Bleyerheide und Weiden mit je 8 auf. In Folge dessen konnte sich eine Schneedecke nur vorübergehend bilden, wiewohl die höheren Lagen des Venns bereits am 21. November mit Schnee bedeckt waren. Die meisten Tage mit Schneedecke zählte Alzen mit 47, während auf der Leeseite in Gemünd und Mariawald nur 2 bezw. 3 beobachtet wurden. Die größte Höhe ist am 2.—4. Januar in Wahlerscheid mit 26 cm gemessen worden.

Die Temperaturverhältnisse. Wie im Vorjahre, so seien auch diesmal die monatlichen Temperaturen von Aachen, Aachen-Wald und der höchsten Erhebung des Venns, dem Monte Rigi, mitgetheilt. Die Abweichung vom Normalmittel beträgt für Aachen im Jahresmittel + 0.1°. Der wärmste Monat war der August, in welchem auch die höchste Temperatur eintrat (Aachen 32.5°); der kälteste Monat war der December, auf den auch die niedrigste Temperatur entfiel (Aachen —12.0°).

Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.
1900. Heft 5.

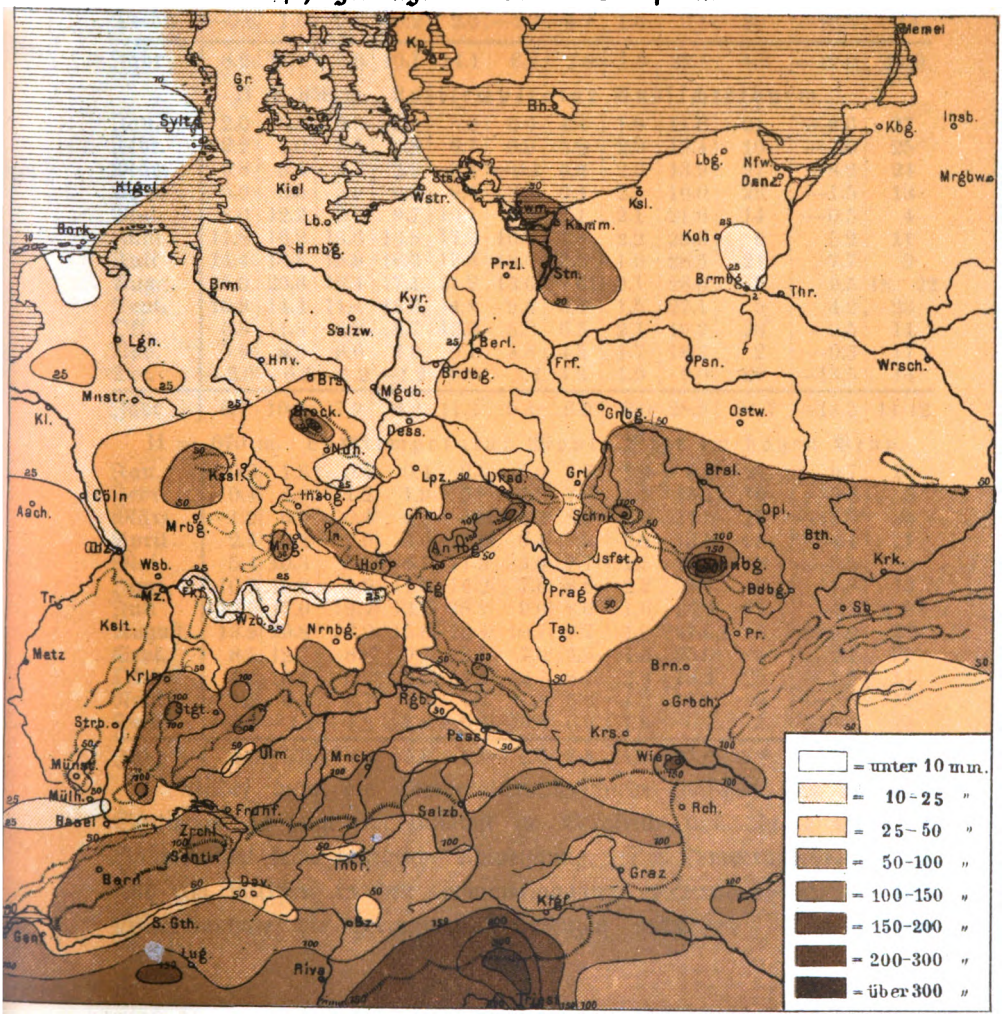


Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)

Mittlere Monats-Isothermen (C°.)

März 1900

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

Tabelle 3.

Temperatur zu Aachen, Aachen-Wald am Aussichtsthurm und Monte Rigi im hohen Venn 1899.

H = 169 m. Lufttemperatur Aachen.

Monat	7a C°	2p C°	9p C°	Tagesmittel C°	Mittl. Max. C°	Mittl. Min. C°	Tagesschwk. C°	Veränderlichkeit	Absol. Max. C°	Datum	Absol. Min. C°	Datum
Jan.	3.9	5.9	4.9	4.9	7.5	2.1	5.4	2.0	13.2	21	—6.2	29
Febr.	3.1	7.8	4.7	5.1	8.6	1.7	6.9	1.7	20.4	10	—6.8	26
März	2.1	7.8	4.1	4.5	8.6	0.8	7.8	1.7	15.1	28	—8.3	24
April	6.9	11.2	7.7	8.4	12.3	4.7	7.6	2.3	18.8	28	—0.5	23
Mai	9.9	15.0	11.2	11.8	16.1	7.2	8.9	2.1	24.5	14	1.2	4
Juni	13.6	19.6	15.8	16.2	20.8	10.8	10.0	1.9	28.0	3	6.1	11
Juli	16.7	22.3	18.1	18.8	23.3	13.9	9.4	1.8	32.0	21	9.2	8. 28
Auguft	16.1	23.9	18.5	19.2	25.4	13.2	12.2	1.7	32.5	4	7.7	22
Sept.	13.1	17.3	13.4	14.3	18.3	10.6	7.7	1.5	31.5	6	5.2	21. 23
Oktbr.	6.7	13.9	8.9	9.6	14.9	5.2	9.7	2.2	20.5	28	0.2	9. 15
Nov.	7.5	10.6	8.5	8.8	11.1	6.3	4.8	1.7	20.0	2	—1.4	17
Decbr.	—0.8	1.5	0.0	0.2	2.3	—2.4	4.7	1.6	9.1	30	—12.0	14
Jahr	8.2	13.1	9.6	10.1	14.1	6.2	7.9	1.9	32.5	4/8	—12.0	14/9
H = 358 m. Lufttemperatur Ausfichtsthurm.												
Jan.	2.0	3.8	2.9	2.9	5.0	0.6	4.4	1.9	11.8	21	—6.6	27
Febr.	2.2	6.0	3.5	3.8	6.7	0.9	5.8	2.0	19.4	10	—7.0	25
März	0.8	5.4	2.7	2.9	6.4	—0.4	6.8	2.0	13.9	27	—8.2	24
April	5.0	8.5	5.9	6.3	9.6	3.2	6.4	2.5	16.0	28	—1.5	13
Mai	8.0	12.2	9.2	9.7	13.1	6.0	7.1	2.1	21.6	14	—0.5	4
Juni	11.8	16.2	13.6	13.8	17.3	10.0	7.3	2.2	23.6	6	5.2	11
Juli	14.4	18.8	15.9	16.3	19.3	13.0	6.3	1.9	28.5	21	7.7	2
Aug.	15.0	20.6	16.4	17.1	21.2	13.6	7.6	2.1	28.0	5	9.5	18. 22
Sept.	10.9	14.4	11.4	12.0	14.9	9.5	5.4	1.5	27.1	5	4.2	23
Okt.	6.8	11.8	8.2	8.7	12.3	5.8	6.5	2.1	19.2	28	—0.5	14
Nov.	5.9	8.6	6.6	6.9	9.1	4.8	4.3	1.7	18.3	2	—0.3	17
Dec.	—2.0	—0.5	—1.2	—1.2	0.9	—3.4	4.3	1.9	9.0	29	—13.5	14
Jahr	6.7	10.5	7.9	8.2	11.3	5.3	6.0	2 0	28.5	21/7	—13.5	14/12
H = 670 m. Lufttemperatur Monte Rigi im hohen Venn.												
Jan.	—0.3	1.3	0.4	0.4	2.6	—2.0	4.6	1.9	8.0	21	—9.7	26
Febr.	0.4	4.8	1.2	1.9	5.8	—1.8	7.6	1.9	15.1	10	—9.8	3
März	—1.2	3.9	—0.4	0 5	4.8	—3.2	8.0	2.0	14.5	15	—11.7	24
April	2.4	6.4	2.9	3.6	7.6	0.4	7.2	2.2	13.5	28	—4.1	11
Mai	5.4	10.3	5.5	6.7	11.3	3.6	7.7	1.5	19.6	18	—3.3	4
Juni	10.2	15.2	9.9	11.3	16.2	7.6	8.6	2.2	22.7	6	1.8	10
Juli	12.5	17.0	12.7	13.7	18.2	9.6	8.6	1.6	26.6	22	4.8	3. 27
Auguft	13.9	19.8	13.2	15.0	20.4	10.7	9.7	1.9	27.6	5	6.0	20
Sept.	8.5	12.7	8.8	9.7	13.5	7.0	6.5	1.3	25.0	5	2.2	29
Oktbr.	4.2	10.6	5.0	6.2	11.4	2 7	8.7	2.0	16.2	28	—1.5	14
Novbr.	3.5	6.9	3.7	4.5	7.4	1.8	5.6	1.2	15.3	6	—2.5	17
Decbr.	—4.7	—1.3	—4.2	—3.6	—0.4	—6.3	5.9	1.8	5.2	6	—14.4	14
Jahr	4.6	9.0	4.9	5.8	9.9	2.5	7.4	1.8	27.6	5/8	—14.4	14/12

Bildet man die Temperaturunterſchiede zwiſchen den einzelnen Stationen, ſo zeigt ſich zunächſt im Vergleich zum Jahre 1898 im Jahresmittel keine erhebliche Abweichung. Die Temperaturunterſchiede ſind am ſtärkſten in den Sommermonaten, während die Herbſt- und Wintermonate die geringſten Differenzen aufweiſen. Der größere

Digitized by Google

Tabelle 4.

1899	Aachen-Aussichtsthurm Höhenunterschied 189 m	Aachen-Monte Rigi Höhenunterschied 501 m	Aussichtsthurm-Monte Rigi Höhenunterschied 312 m
Januar	+ 2.0	+ 4.5	+ 2.5
Februar	1.3	3.2	1.9
März	1.6	4.0	2.4
April	2.1	4.8	2.7
Mai	2.1	5.1	3.0
Juni	2.4	4.9	2.5
Juli	2.5	5.1	2.6
August	2.1	4.2	2.1
September	2.3	4.6	2.3
Oktober	0.9	3.4	2.5
November	1.9	4.3	2.4
December	1.4	3.8	2.4
Jahr	1.9	4.3	2.4

Unterschied im Januar zwischen Aachen und Aussichtsthurm, und Aachen-Monte Rigi ist auf die Anwesenheit einer Schneedecke an letzterer Station zurückzuführen, die ihrerseits wieder der größeren Ausstrahlung wegen die Veranlassung zu stärkeren Erkaltungen gab, während in Aachen nur an einem Tage im Januar eine Schneedecke entstand.

(Schluß folgt.)

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im März 1900.

Niedrige Temperatur und häufige Schneefälle haben dem verflossenen März einen durchaus winterlichen Charakter gegeben, so daß man ihn, abweichend von dem meteorologischen Brauche, diesmal den voraufgehenden Monaten zurechnen muß. Die Luftdruckverhältnisse, so wechselnd sie waren, begünstigten fast durchweg Winde aus dem nördlichen Quadranten, die den Einzug des Frühlings ungewöhnlich verzögerten.

Nach einer abnorm warmen Witterungsepoche um Ende Februar setzte zu Beginn des Monats zwischen einem Luftdruckmaximum im Westen und einem tiefen Depressionsgebiete im Osten ein breiter nordwestlicher Luftstrom ein, der von Schneefällen begleitet war. Die Temperatur sank besonders im Süden tief unter die normale, so daß z. B. am Morgen des 5. März in Karlsruhe, Friedrichshafen und München ein Temperaturdeficit von — 11.1°, — 14.2° bezw. — 15.5° beobachtet wurde. Erwärmung trat ein, als sich das erwähnte Maximum ostwärts nach dem südlichen Rußland bewegte, und gleichzeitig Minima im hohen Norden erschienen. Die Temperatur stieg besonders rasch im Nordosten (Temperaturabweichung am 8. morgens Memel —11.8°, Königsberg —17.0°, am 9. + 2.5 bezw. —2.8). Die Temperatur schwankte vom 9.—12. um die normale, dann brach, in Folge des Vordringens einer tiefen Depression gegen den finnischen Meerbusen in Verbindung mit einem Maximum im Westen, von Neuem eine polare Luftströmung mit Schnee- und Graupelböen über Centraleuropa herein. Am 13. morgens betrug die Luftdruckdifferenz zwischen Valentia und Stockholm mehr als 45 mm. In den nächsten Tagen beherrschte hoher Druck in Südwesten und tiefer über Südskandinavien die Wetterlage. Schneefälle bei niedriger Temperatur waren häufig. Mit dem Erscheinen eines Maximums im Osten und eines Minimums

Digitized by Google

im Westen trat im Laufe des 17. eine vollständige Umgestaltung der Luftdrucklage ein. Von nun ab waren östliche Winde vorherrschend, die ebenfalls Schneefälle brachten, besonders in Norddeutschland, als sich das erwähnte Minimum langsam ostwärts nach Centraleuropa fortpflanzte. In Süddeutschland traten in seinem Gefolge am 23. heftige Regengüsse ein. Von da ab wurde Centraleuropa bis zum Monatsabschluß von meist flachen Depressionen eingenommen. Die Temperatur lag fortgesetzt unter der normalen, und ergiebige Schneefälle vereitelten wieder von neuem die Hoffnung auf einen baldigen Eintritt frühlingsmäßiger Wärme.

Die mittlere Monatstemperatur lag in Norddeutschland 1^0 bis 2^0, südlich des Mains um mehr als 2^0 unter der normalen, die größte Abweichung hatte die Schweiz mit fast 3^0. In Folge dessen war die Märztemperatur im Süden (vom nördlichen Frankreich bis Ungarn) um 1^0 bis 3^0 niedriger als im Februar und um $^1/_2{}^0$ niedriger als im Januar. Auch die mittleren und absoluten Maxima und Minima (besonders die letzteren) lagen hier erheblich tiefer als im Februar. Die tiefsten Thermometerstände wurden (außer im äußersten Nordosten) am 4. oder 5. März abgelesen. Unter -20^0 sank die Temperatur abgesehen von hochgelegenen Stationen im Nordosten (Königsberg -22.8^0, Memel -21.7^0). Die höchsten Temperaturen gingen nirgends über den geringen Betrag von 17^0 hinaus (Karlsruhe). Die Zahl der Frosttage war ungewöhnlich groß, besonders im Südwesten (Mülhausen i. E. 17, Metz 19 Frosttage). In Baden und im Elsaß hatten viele Orte sogar noch zwei Eistage.

Trotz häufiger Niederschläge war fast überall ein Deficit der Menge vorhanden, am meisten im nordwestlichen Theil des Gebiets (Hannover, Westfalen und Holland), wo stellenweise weniger als $^1/_5$ der normalen Menge fiel. Zu viel Niederschlag gab es u. A. in Schlesien und im Nordosten. Die Zahl der Schneetage deckte sich vielfach mit der Zahl der Niederschlagstage überhaupt. In allen Theilen des Gebiets gab es Stellen, wo durchschnittlich an jedem zweiten Tage Schnee fiel.

Eine geschlossene Schneedecke hielt sich trotzdem in Norddeutschland nur in der ersten Dekade und in Süddeutschland in den niedrigen Lagen nur ganz vorübergehend. Die höheren Landestheile bedeckte dagegen den ganzen Monat hindurch eine Schneedecke, die am Ende des Monats auf dem Feldberg im Schwarzwald $1^1/_4$ m, im schlesischen Gebirge sogar noch 2 m Mächtigkeit zeigte. Überhaupt hatte der Südosten (Sachsen, Schlesien und Österreich nördlich der Alpen) seit dem 27. so ausgebreitete Schneefälle, daß daselbst viele Verkehrsstörungen eintraten.

Die Bewölkung überschritt wiederum (wie in den vorhergehenden Monaten) die normale Ziffer. Die Sonnenscheindauer betrug $^1/_4$ der möglichen oder etwas mehr. Am größten war sie im Bereich der Nordseeküste.

Dr. Meinardus.

Einige Betrachtungen über den Temperaturgang in der ersten Hälfte des diesjährigen Monats Mai.

So viel auch schon für und wider die bekannten und gefürchteten „Drei gestrengen Herren" oder „Eisheiligen" des Monats Mai geschrieben ist, so wenig ist der in unserem Volksbewußtsein fest wurzelnde Glaube an deren Thatsächlichkeit bewiesen, noch sind die Gründe für diese Erscheinung über allen Zweifel hinaus sicher erkannt worden. So konnte Herr Professor Kremser in einem interessanten, am 8. Mai im Zweigvereine Berlin der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage feststellen, daß das Auftreten von Kälterückfällen

Digitized by Google

in der Zeit vom 10. bis 15. Mai bei der Untersuchung einer 15jährigen Periode mit aller Bestimmtheit zu erkennen war, daß dagegen jede Spur derselben verschwand, wenn man einen 50jährigen Zeitraum zu Grunde legte. Hieraus könnte man schließen, daß das mehr oder weniger ausgeprägte Eintreten des Phänomens selbst wieder einer vieljährigen Periode unterliegt.

Es soll hier nicht ein neuer Versuch zu einer Erklärung gemacht werden; nur so viel sei erwähnt, daß jede Zurückführung der Erscheinung auf allgemeine kosmische, oder doch die ganze Erde umfassende Vorgänge an der Thatsache Schiffbruch leiden muß, daß diese Kälterückfälle nur ein räumlich umgrenztes Gebiet zu umfassen pflegen: weder im südöstlichen Central-Europa, noch im westlichen Rußland kennt oder fürchtet man die „Drei gestrengen Herren" als verderbendrohende Tage; will man daher den im Volksbewußtsein herrschenden Glauben als einen Beweis für deren thatsächliche Existenz ansehen, so muß man folgerichtig aus dem Fehlen desselben in anderen Gegenden deren Nicht-Existenz schließen. In neuerer Zeit hat man durch gleichzeitige wissenschaftliche Ballonfahrten festzustellen versucht, daß die eigenthümliche Wärme-Anomalie keineswegs auf die unteren Luftschichten beschränkt, sondern auch noch bis zu der großen Höhe von 10 000 m nachweisbar ist. Hierbei hat sich gezeigt, daß West- und Central-Europa von einem mächtigen Strome nördlicher Luft überweht wurde, während über West-Rußland und Südost-Europa eine ebenso mächtige südliche Strömung fluthete. Über die auch in diesem Jahre am 12. Mai unternommenen internationalen Luftfahrten liegen bisher nur folgende Ergebnisse vor: bei St. Petersburg wurde in 3700 m Höhe die ganz ungewöhnlich niedrige Temperatur von —27,6°, über Norddeutschland (Brandenburg und Posen) in 4700 m —28°, in 5800 m Höhe —30°, in Wien dagegen in 4700 m Höhe nur —17.5°, in Süddeutschland über den bayerischen Alpen bis 5400 m aber —12°, in Straßburg bei 6000 m —22°, in Paris in 3500 m Höhe —8.8° aufgezeichnet. Hiernach war es in den höheren Atmosphärenschichten über Rußland und Norddeutschland ganz erheblich kälter, als über Oesterreich, Süddeutschland und Elsaß-Lothringen, am wärmsten aber über Frankreich.

Ohne uns an dieser Stelle in eine nähere Untersuchung dieser interessanten Ergebnisse einzulassen, sei nur noch erwähnt, daß, wie die Tabelle 2 S. 115 erkennen läßt, am 12. Mai Rußland ganz erheblich kälter war als das übrige kontinentale Europa; weiterhin war aber Österreich-Ungarn kälter als Norddeutschland, dieses etwas kälter als Süddeutschland und erheblich am wärmsten Frankreich. Berechnet man aus den bei der Abfahrt herrschenden und den in den größten Höhen beobachteten tiefsten Temperaturen die mittlere Temperatur-Abnahme mit der Höhe, bezogen auf 100 m Erhebung, so erhält man für Paris 0.68°, für Straßburg 0.47°, für Friedrichshafen 0.48°, für Wien 0.45°, für Berlin 0.71° und für Petersburg 0.72°; versucht man nun ferner, mit Hülfe dieser Werthe die in der gleichen Höhe über den verschiedenen Gebieten Central-Europas herrschenden Temperaturen zu ermitteln — ein Verfahren, das natürlich nur eine rohe Annäherung geben kann, — so findet man, daß es z. B. in 4000 m Höhe über den bayerischen Alpen, die von Friedrichshafen aus über die Zugspitze hinweg überflogen wurden, mit —9.6° am wärmsten war, während in gleichen Höhen über Frankreich —11.2°, über Elsaß-Lothringen —12.6°, über Österreich-Ungarn —15.4°, über Nord- und Ost-Deutschland —23.0° und über Nordwest-Rußland (St. Petersburg) —29.2° herrschten. Man muß deshalb annehmen, daß die Vertheilung der Temperatur in der Höhe ein von der am Erdboden herrschenden stark abweichendes Verhalten gehabt hat.

Digitized by Google

Sehen wir uns nun den in der folgenden kleinen Tabelle 1 dargestellten Gang der Temperatur in Deutschland in den letzten drei Wochen etwas näher an. Die Werthe derselben geben Abweichungen von den langjährigen Mittelwerthen und sind nach den vier Hauptgruppen Ostsee, Nordsee, Nord- und Mittel-Deutschland und Süd-Deutschland, wie sie die täglichen Wetterberichte der Deutschen Seewarte zu geben pflegen, zu Gruppen-Durchschnitten zusammengezogen.

Tabelle 1.

Abweichungen vom langjährigen Mittel der Temperatur in Deutschland.

1900 April	28.	29.	30.	Mai 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Ostsee	−3.7	−1.7	−0.8	−2.5	−1.7	−0 2	+2.1	+1.8	+2.4	+6.0
Nordsee	−3.3	−2.0	−2.5	+0.4	−0.9	+1.1	0.0	+2.3	+3.0	+5.6
Nord- u. Mittel-Deutschland	−5.4	−2.8	−0.3	+0.3	−2.2	+1.9	+0.8	+0.9	+3.7	+5.8
Süd-Deutschland	−3.4	−3.0	+0.4	−0.7	0.0	+2.0	+1.9	+0.1	+2.8	+5.0

1900 Mai	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Ostsee	+6.6	−1.7	−6.1	−6.2	−4.8	−4.1	−4.7	−4.4	−4.0	−2.5	−2.1
Nordsee	+4.8	−0.1	−4.1	−3.1	−3.7	−3.5	−4 1	−3.6	−4.1	−3.9	−4.2
Nord- u. Mittel-Deutschland	+5.2	+1.1	−6.8	−7.0	−4.9	−5.4	−5 7	−7.8	−6.7	−5.8	−4.2
Süd-Deutschland	+2.2	−2.2	−2.5	−6.3	−4.8	−3.9	−6.4	−10.0	−9.5	−6.9	−6.1

Hiernach war die Temperatur in den letzten Apriltagen allgemein um mehrere Grad niedriger, als man auf Grund langjähriger Aufzeichnungen erwarten durfte; sie begann jedoch am 30. April in Süddeutschland, am 1. Mai auch an der Nordsee und in Nord- und Mittel-Deutschland die Normale zu erreichen und vom 3. Mai an allgemein zu überschreiten; in der darauf folgenden Woche stieg die Luftwärme über ganz Deutschland so beträchtlich, daß sie sich am 7. und am 8. Mai bis zu 6 und $6^1/_2{}^0$ über den Mittelwerth erhob und hierdurch die bis dahin noch fast völlig schlummernde Vegetation mit einem Schlage zur Entfaltung brachte.

Um so empfindlicher und verderblicher war der am 9. Mai einsetzende und am 10. und der ganzen nächsten Woche zu vernichtenden Frösten anwachsende Kälterückfall.

Das bis zum 7. über Central-Europa lagernde Hochdruckgebiet war langsam nach Rußland und der Balkan-Halbinsel gewandert, während von England her eine flache, aber ausgebreitete Depression in Central-Europa eindrang und hoher Luftdruck sich über dem norwegischen Meere ausbreitete: während auf ihrer Ostseite noch bei östlichen Winden heiteres und warmes Wetter anhielt, traten in Frankreich und Süddeutschland nördliche und nordwestliche Winde mit Regenfällen und stellenweisen Gewittern auf, unter deren Einfluß sich schon am 8. in Süddeutschland die Temperatur der Normalen näherte und am 9. bei weiterer ostwärts gerichteter Ausbreitung dieser Wetterlage allgemein ein wenig unter dieselbe hinabging. Am 10. Mai wurde ganz Central-Europa von dem aus dem nordischen Maximum wehenden kräftigen Nordstrome überfluthet, der, durch das nach Rußland verlagerte Minimum verstärkt, trotz allgemein bedeckten Himmels die Temperatur bis zu 7^0 unter den Mittelwerth erniedrigte und vielfach Nachtfröste hervorrief.

Zur vollen Entwickelung gelangte aber der verderbliche Kälterückfall erst in den folgenden Tagen; als am Abend des 10. der Himmel vielfach aufklarte, sank die Temperatur ganz beträchtlich unter den Gefrierpunkt, was die Wetterberichte der Seewarte nicht überall erkennen lassen, da die meisten der berichtenden Stationen innerhalb größerer Städte liegen: Berlin meldete z. B. am 11. Mai als Minimum der vergangenen Nacht $+ 5^0$, am Aëronautischen Observatorium, das einige Kilometer nördlich von Berlin am Tegeler Schießplatze liegt, wurde

Digitized by Google

dagegen ein Minimum von — 4.0° abgelesen; zugleich zeigten sich der in üppigem Wachsthum stehende Sommer-Roggen und die eben entwickelten ersten Blätter der Eichen total erfroren! Die Morgentemperaturen waren unter diesen Verhältnissen in ganz Deutschland bis zu 6– 7° unter die Normale gesunken!

Bei wenig veränderter Druckvertheilung schien am 12. in Folge bedeckten Himmels ein Nachlaß der Nachtfröste eintreten zu wollen: das Temperaturminimum bei Berlin ging nicht unter — 0.8° hinab, während Berlin-Stadt wiederum + 5° meldete, die Morgentemperaturen in Deutschland lagen nur noch 4—5° unter dem Mittel; aber schon in der nächsten Nacht wurde es wieder allgemein kälter, als ein breiter Rücken hohen Luftdrucks, vom nordatlantischen Ocean her bis zum Schwarzen Meere reichend, das Fortbestehen nördlicher und nordöstlicher Winde verursachte und am 14. sank die Temperatur noch weiter, als vom Mittelmeere her eine ausgedehnte barometrische Depression sich bis über die Alpen ausbreitete und den Nordstrom verstärkte. Bei Berlin wurde — 3.0° (in der Stadt + 3°) abgelesen und in Süddeutschland sank die Morgentemperatur bis zu 6.4° unter den Mittelwerth. Am 15. lag die südliche Depression über dem südlichen Österreich, während sich das Hochdruckgebiet von Irland aus quer über die Nord- und Ostsee ausgebreitet hatte, und in Mittel- und Süddeutschland traten zum Theil starke Schneefälle an der Ostsee neben intensiven Nachtfrösten auf; die Morgentemperaturen lagen bis zu 10° (in Süddeutschland) unter dem Durchschnitt.

Bei weiterer Herrschaft des Maximums über Nordwest- und Westeuropa blieb auch der 16. überall beträchtlich, in Süddeutschland um 9.5° zu kalt, bei Berlin wurde — 1.6° als Minimum beobachtet, desgleichen, wenn auch in etwas geringerem Grade am 17., wo Mitteldeutschland um 5.8°, Süddeutschland um 6.9° zu kalt war. Erst am 18. schien diese verderbliche Kälteperiode ihr Ende erreichen zu wollen, als ein großes, ganz Nordost-Europa überdeckendes Gebiet niedrigen Luftdrucks die Winde etwas mehr westlich holte; doch blieben auch an diesem Tage die Morgentemperaturen in Süddeutschland noch um 6.1°, in Mittel- und Norddeutschland um 4.2° unter dem Mittelwerthe.

In der Nacht zum 19. Mai, in der es wieder aufgeklart hatte, sank das Minimum nur noch bis — 0.1° bei Berlin, dagegen brachte der nachfolgende Tag stürmische Böen aus Nordwest mit vielen heftigen Graupelschauern, die keineswegs den Eindruck machten, als ob es nunmehr endlich Sommer werden wollte.

Die drei „Gestrengen Herren" haben demnach in diesem Jahre, entgegen dem Sprichwort, ihre Herrschaft ganz ungewöhnlich lange, d. h. auf volle 10 Tage ausgedehnt und der Schaden, den sie angerichtet haben, ist nach allen bis jetzt eingelaufenen Berichten ein sehr beträchtlicher: das Getreide, das Obst, die Gartenfrüchte sind auf großen Gebieten fast vollständig durch Frost vernichtet worden.

Um übrigens die räumliche Ausbreitung dieses ungewöhnlich heftigen und langdauerden Kälterückfalles, sowie über dessen zeitliches Eintreten in den verschiedenen Ländern des kontinentalen Europas ein Bild zu gewinnen, sind in der folgenden Tabelle 2 und der hieraus konstruirten graphischen Darstellung die Morgentemperaturen aus Deutschland, Frankreich, Rußland und Österreich-Ungarn in der Weise zusammengestellt, daß die in den Wetterberichten der

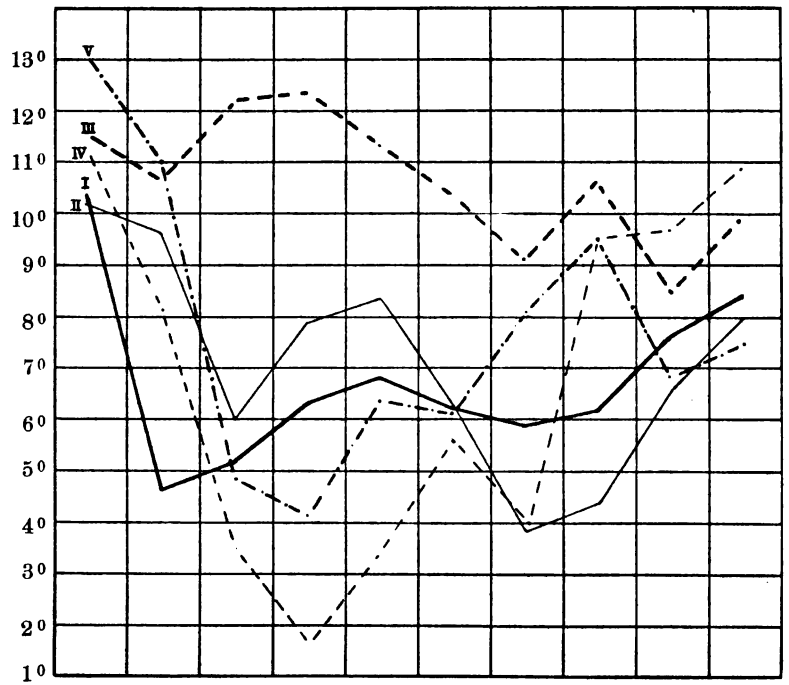
Tabelle 2. Morgentemperaturen.

Mai	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Ostseeküste	11.3	15.0	15.9	8.1	3.8	3.8	5.0	6.0	5.3	6.2	6.3	8.2	9.0
Nordseeküste	12.4	14.4	14.1	9.9	6.4	7.4	7.0	7.7	7.2	7.8	7.2	7.9	7.7
Nord- u. Mitteldeutschl.	14.4	16.1	16.1	12.6	4.4	4.2	7.0	6.6	6.1	3.8	5.1	6.8	8.5

Digitized by Google

Norddeutschland . .	12.7	15.2	15.4	10.3	4.7	5.1	6.3	6.8	6.2	5.9	6.2	7.6	8.
Süddeutschland . . .	13.9	16.7	13.4	10.2	9.6	6.0	7.9	8.3	6.4	3.8	4.4	6.6	8.0
Frankreich	14.4	12.5	12.1	11.5	10.7	12.2	12.3	11.3	10.3	9.1	10.6	8.5	9.9
Rußland	9.9	12.1	14.0	11.1	8.1	3.5	1.7	3.3	5.6	4.0	9.5	9.7	10.9
Österreich-Ungarn . .	12.7	12.4	14.2	13.0	11.0	4.8	4.2	6.4	6.1	8.1	9.5	6.8	7.5

1900. Mai 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18.



I ——— Nord- u. Mitteldeutschland. II ——— Süddeutschland.
III — — — Frankreich. IV – – – – Rußland. V — · — Österreich-Ungarn.

Seewarte gegebenen Werthe nach den Gruppen zu Mitteln vereinigt wurden; in Deutschland wurden noch die drei Gruppen Ostsee, Nordsee, Nord- und Mitteldeutschland und Süddeutschland unterschieden, erstere drei jedoch außerdem als „Norddeutschland" besonders zusammengefaßt, um das Kurvenbild nicht zu sehr zu verwirren. Es sei noch bemerkt, daß von den russischen Stationen die für unsere Betrachtung allzu nördlich gelegene Station Archangelsk und von den österreichischen die einem anderen Klimagebiete angehörigen Stationen Triest und Lesine fortgelassen wurden.

Hiernach stellte sich das Phänomen folgendermaßen dar. In dem ganzen kontinentalen Europa war die Temperatur in den Tagen vom 6. bis 8. Mai ungewöhnlich hoch gewesen, und begann am 8. zuerst in Süddeutschland und am 9. überall zu sinken, am stärksten in Norddeutschland, nur unbedeutend aber in den übrigen Gebieten; am 10. war Nord- und Mitteldeutschland am kältesten, Rußland um 3.4°, Süddeutschland um 4.9°, Frankreich um 6.0° und Österreich um 6.3° wärmer. Am 11. Mai sank die Temperatur am tiefsten in Rußland, demnächst in Österreich und Süddeutschland, während in Nord- und Mitteldeutschland eine geringe, und in Frankreich eine beträchtliche Erwärmung eintrat. Am 12. Mai war Rußland noch beträchtlich kälter geworden (Mittel 1.7°), auch

Digitized by Google

in Österreich war die Temperatur weiter, wenn auch in geringem Grade, gesunken; überall sonst war Erwärmung eingetreten, die nun fast überall auch am 13. fortdauerte, am stärksten in Rußland und Österreich, geringfügig in Nord- und Süddeutschland, während in Frankreich eine langsame, aber stetige Abkühlung begann. Diese pflanzte sich am 14. nach Süddeutschland, weniger nach Nord- und Mitteldeutschland, und ganz wenig nach Österreich fort, während in Rußland die Temperatur noch stieg. Am 15. sank sie weiter in Frankreich und in Süddeutschland und auch in Rußland, während in Nord- und Mitteldeutschland nur ganz geringe Abkühlung, in Österreich aber eine beträchtliche Erwärmung eintrat, die sich nun am 16. ganz allgemein ausbreitete, am stärksten trat sie in Rußland, weniger in Frankreich, nur unbeträchtlich in Süd- und Norddeutschland ein. Die letztgenannten Gebiete wurden am 17. beträchtlich wärmer, wenig in Rußland, während in Frankreich und Österreich neue Abkühlung eintrat, die am 18., ebenso wie überall, in mäßiges Steigen überging.

Überblickt man diese Angaben im Zusammenhange, so läßt sich nicht verkennen, daß es sich um eine Reihe von fortschreitenden Kältewellen handelt, deren erste von Nordwest her ihren Anfang nahm, und sich dann, ohne Frankreich nennenswerth zu berühren, über Mitteldeutschland, Süddeutschland, Österreich-Ungarn und Rußland ausbreitete, wo sie am 12. die stärkste Abkühlung hervorrief, während sie im Westen und in Deutschland erloschen war. Eine zweite Kältewelle begann am 12. in Frankreich, erreichte am 13. Süd- und Norddeutschland, in geringerem Grade Österreich und am 14. Rußland. Nachdem sie am 15. erloschen war und allgemeine Erwärmung eingetreten war, nahm am 16. eine dritte Kältewelle, offenbar von Süd herkommend, ihren Anfang in Frankreich und Österreich-Ungarn, drang jedoch nicht weiter in den Kontinent ein.

Versucht man die Druckvertheilung mit diesen Kältewellen in Zusammenhang zu bringen, so zeigte sich deren erste von dem Gange einer am 7. und 8. Mai von England her über Mittel- und Norddeutschland vordringenden, am 9. nach Polen, am 10. nach West-Rußland, am 11. nach dem Schwarzen Meere und dem Inneren Rußlands, am 12. und 13. nach dem Badogesee vordringenden und so einen fast vollständigen Kreisweg beschreitenden Depression abhängig, die überall auf ihrer Nord- und Westseite nördliche, aus noch niedrig temperierten Gegenden stammende Luft herbeiholte, unterstützt durch ein im Nordwesten des Erdtheils aufgetretenes und dort vorherrschendes Hochdruckgebiet. Die zweite Kältewelle dagegen gehörte der Nordseite einer am 13. von Spanien herkommenden, am 14. über das nördliche Mittelmeer schreitenden, am 15. in Österreich und Ungarn eindringenden und am 16. in Rußland verschwundenen Depression an. Am 17. wiederholte sich vorübergehend dieser Fall durch eine auf dem tyrrhenischen Meere liegende flache Depression, auf deren Nordseite Frankreich und Österreich Abkühlung erhielten, während ein großes Gebiet niedrigen Druckes über Skandinavien die Winde vorübergehend westlicher holte und dadurch geringe Erwärmung hervorrief. Aſſmann.

Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

Sonnenring und Nebensonne. Im Folgenden gestatte ich mir Ihnen die Beschreibung eines gestern von mir in Berlin wahrgenommenen, hübschen Halo-Phänomens zu geben.

Ungefähr um $^1/_4 7$ Uhr Abends, also etwa 1 Stunde vor Sonnenuntergang, bemerkte ich gestern (Sonntag, den 22. April) in der Heinrich-Kiepertstraße (Schöneberg) in ungefähr gleicher Höhe mit der Sonne rechts von ihr einen in

Digitized by Google

Regenbogenfarben hell spielenden Fleck. Der westliche Horizont war von zahlreichen Cirrostraten großen Theils bedeckt, deren Richtung mir NE—SW zu sein schien, doch ist in Folge der geringen Höhe der Wolken über dem Horizont eine optische Täuschung hierin nicht ausgeschlossen. Die Intensität der Farben nahm zu, und etwa um $^1/_2 7$ bemerkte ich auf der entgegengesetzten Seite der Sonne einen gleichen, noch etwas größeren und helleren Fleck in Regenbogenfarben. Der erste entsprach einem Kreisausschnitt von etwa 8^0, der zweite einem solchen von vielleicht 10^0. Die Höhe beider Flecke war nicht genau die gleiche, vielmehr stand der erste ein wenig höher als die Sonne, so daß sein unterster Rand etwa in der Höhe des horizontalen Durchmessers der Sonne lag, der zweite ein wenig niedriger, genau um 180^0 von dem ersten entfernt.

Allmählich entwickelte sich, anfangs in kaum angedeuteten Formen, ein vollständiger, regenbogenfarbener Ring um die Sonne. Die beiden Flecke nahmen an Intensität allmählich ab, blieben aber noch für einige Zeit die hellsten Stellen im Ringe. Ca. 5 Min. vor 7 Uhr erhob sich über der Sonne, als diese grade auf beiden Seiten von zwei dichteren Cirrostratusstreifen flankirt wurde, eine helle, weiße Lichtseite zum höchsten Punkt des Regenbogenkranzes. Das Phänomen erreichte den Höhepunkt seiner Entwicklung. Von da ab verblaßten die unteren Theile des Ringes schnell und verschwanden bald ganz. Um 7^5 leuchtete an der höchsten Stelle des Ringes ein heller Fleck auf, dessen Licht-Intensität um so größer wurde, je mehr die Sonne hinter den Wolkenschleiern verschwand. Dieser Fleck hatte die Form eines halbirten Kreises, dessen obere Hälfte nicht sichtbar war. Um 7^7 leuchteten auf den beiden Seiten des Kreisausschnittes in der Richtung der Tangenten weißliche Strahlen auf. Der Regenbogenring war inzwischen bis auf wenige Reste, welche noch an den Seiten der Nebensonne hingen, verschwunden. Um 7^9 färbte sich die Nebensonne ebenfalls bunt (Regenbogenfarben), während die ausgehenden Strahlen weiß blieben, in jenem eigenartig durchsichtigen Schimmer, wie der Strahl eines elektrischen Scheinwerfers in seinen letzten Ausläufen. Um 7^{12} nahm die Intensität der Farben und der Leuchtkraft ab, und schon um 7^{13} war die ganze Erscheinung verschwunden. Das Phänomen hatte also etwa eine Stunde gedauert. (Die Minutenangaben sind bis auf $^1/_2$ Minute zuverlässig.

Dr. Richard Hennig.

Beiträge zur Klimatologie des Großen Belchen (1394 m Höhe).

Von Oberlehrer Wirz.

(Schluß.)

Die Föhnerscheinung.

Daß die Gebirge einen vielseitigen Einfluß auf die Richtung der durch die allgemeine Luftdruckvertheilung hervorgerufenen Windbewegung ausüben, ist eine allgemein bekannte, speciell auch für Gebweiler bei Besprechung der Windverhältnisse bereits erwähnte Thatsache. Am auffallendsten ist die zuerst in der nördlichen Schweiz beobachtete Luftbewegung, die heutzutage zweifellos als Folgeerscheinung einer Wirkung des Gebirgskammes auf den Gang der Luftmassen erkannt und unter dem Namen „Föhn" bekannt ist.

Dieselben Ursachen, welche die Entstehung des Alpenföhns bewirken, walten nun auch in den Vogesen gegenüber den vorherrschenden West- und Südwestwinden vor. Diese treffen den Kamm der Vogesen fast rechtwinkelig, werden also gezwungen, aus ihrer horizontalen Richtung in eine vertikal ansteigende überzu-

Digitized by Google

gehen, um nach Ueberschreiten des Gebirges wieder eine vertikal absteigende Bahn einzuschlagen. Diese wechselnde vertikale Windbewegung auf der West- und Ostseite der Vogesen bleibt aber nicht ohne Einfluß auf die übrigen meteorologischen Elemente. Beim Ansteigen auf der Westseite des Gebirges kühlen sich die Luftmassen, da sie unter geringeren Druck kommen, ab, der Wasserdampf wird theilweise kondensirt und dementsprechend wird die Westseite sich durch reichlichere Niederschläge auszeichnen, was bekanntlich für die französische Seite der Vogesen thatsächlich zutrifft. Nach Ueberschreiten der nach Osten durchgängig steil abfallenden Kämme tritt bei raschem Niedersinken der Luftmassen entsprechende Erwärmung und, wie bereits im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, Abnahme der relativen Feuchtigkeit ein. In den östlichen Thälern und der Rheinniederung wird also dieselbe Luft, die auf den Höhen kalt und feucht ankam, sich als warme und trockene Windbewegung geltend machen, also den, wenn auch weniger stark hervortretenden Charakter des Alpenföhns zeigen. Die Richtigkeit dieser Erklärung der auch im Lauchthal häufiger auftretenden klimatischen Erscheinung wird dann erwiesen sein, wenn beim Auftreten derselben die eben erwähnten meteorologischen Verhältnisse zutreffen. Da sie in der Regel nur kürzere Zeit anhält, indem die gerade von den Westwinden reichlich herbeigeführten Wasserdämpfe bald die trocknende Wirkung der absteigenden Luftbewegung aufheben, so kann sie selten durch die gleichzeitigen Terminbeobachtungen der Höhen- und der Fußstationen nachgewiesen werden; zum sicheren Nachweis eignen sich nur die Registrierapparate, doch ist leider keine der Fußstationen mit solchen ausgerüstet.

Als typisches Beispiel für den Verlauf der meteorologischen Elemente bei der Erscheinung des Vogesenföhns, der in diesem Falle auch durch die Terminbeobachtungen der beiden Stationen Belchen und Mülhausen deutlich verfolgt werden kann, dienen folgende Angaben über den Gang der Temperatur, der relativen Feuchtigkeit und der Windbewegung vom 14. auf den 15. Januar 1894:

Station	Temperatur						Relative Feuchtigkeit					
	14.			15.			14.			15.		
	7a	1p	9p	7a	1p	9p	7a	1p	9p	7a	1p	9p
Belchen	+0.8	+6.0	−0.7	−1.8	−1.6	−2.9	44	56	62	100	100	98
Mülhausen	−2 4	0.8	−2.2	−0.2	+5.0	+2.8	100	88	100	81	**45**	85

Station	Richtung und Stärke des Windes					
	14.			15.		
	7a	1p	9p	7a	1p	9p
Belchen	SE_2	E_1	W_6	SW_5	SW_5	W_3
Mülhausen	SE_3	N_3	E_3	S_3	SW_3	SW_3

Nachdem an den vorhergehenden Tagen Hochdruckwinter geherrscht, was am 14. noch deutlich erkennbar, liegt am 14. abends 9 Uhr die Temperatur auf dem Belchen noch um 1.5° höher als in Mülhausen, am 15. morgens 7 Uhr um 1.6° niedriger; da tritt gegen Mittag in Mülhausen sehr rasche Temperaturerhöhung ein, während gleichzeitig auf dem Belchen die Temperatur niedrig bleibt, so daß um 1p der Temperaturunterschied zwischen Gipfel und Niederung 6.6° erreicht. Wir finden die Erklärung, wenn wir den Gang der anderen Elemente betrachten; am 15. mittags ist der auf dem Belchen bereits morgens wehende Südwest auch in Mülhausen zur Geltung gekommen, die trocknende Wirkung der nun von den Höhen des Belchen bei starker Bewegung abwärts strömenden Windmassen äußert sich in dem raschen Herabgehen der relativen

Digitized by Google

Feuchtigkeit von 81 auf 45 in Mülhausen, während auf dem Belchen die dort von der Westseite ankommenden Luftmassen den Taupunkt erreicht haben*).

Neben der günstigen orographischen Lage dürfte die erwärmende Wirkung des Vogesenföhns mit dazu beitragen, daß die mittlere Jahrestemperatur in Gebweiler um 0.6° höher liegt, als es der geographischen Breite und der Höhenlage entspricht, falls wir die Temperaturen von Straßburg und Basel als normale ansehen.

Die wichtigsten Resultate, die wir aus der vorstehenden Besprechung der klimatischen Verhältnisse des Großen Belchen ziehen konnten, seien nochmals kurz zusammengestellt:

1. Im jährlichen Verlauf der Temperatur fällt die längere Andauer der Kälte im Frühjahr auf; sie erklärt sich durch den Wärmeverbrauch bei der Schneeschmelze.

2. Die tägliche Wärmeschwankung ist auf dem Berggipfel geringer als an den Fußstationen. Die Abnahme derselben beträgt im Mittel 0.3° für je 100 m Erhebung; sie ändert sich mit den Tagestemperaturen und zwar im gleichen Sinne.

3. Auch die jährliche Schwankung nimmt mit der Höhe beträchtlich ab; die Abnahme beträgt für die Ostseite der südlichen Vogesen im Mittel 0.48° für je 100 m Erhebung.

4. Die Temperaturabnahme mit der Höhe beträgt im Jahresmittel 0.58° für je 100 m Erhebung; diese Zahl entspricht im allgemeinen dem auch für die übrigen Gebirge Deutschlands beobachteten Werthe.

Dagegen weicht die Temperaturabnahme für die einzelnen Monate von derjenigen der meisten Gebirge Deutschlands z. Th. recht erheblich ab, besonders macht sich im Frühjahr ein schärferer Anstieg vom Februar zum März auf dem Belchen bemerkbar.

5. Die täglichen Änderungen der Temperatur sind auf dem Belchen im Mittel durchgängig beträchtlicher als in der Niederung; besonders überwiegen dort die stärkeren Temperaturänderungen von über 4°.

Der April zeigt den konstantesten Charakter, während sonst in Deutschland das Minimum der Veränderlichkeit der Temperatur in den September oder in den August fällt.

Das Maximum der Veränderlichkeit fällt auf dem Belchen im sechsjährigen Mittel in den Januar, während es sonst in Deutschland vorwiegend in dem December liegt.

6. Minimaltemperaturen sind auf der Höhe bedeutend weniger tief, als man der Erhebung nach erwarten sollte; die niedrigste während der Periode 1890—94 auf dem Belchen beobachtete Temperatur liegt nur um 2.6° tiefer als das Minimum in Gebweiler. Dagegen bleiben die Maximaltemperaturen des Gipfels beträchtlich hinter denen der Fußstationen zurück.

---

*) Für Gebweiler zeigt folgendes Beispiel die Föhnerscheinung (12. XII. 92):

	Temperatur		Relative Feuchtigkeit		Wind	
	1p	9p	1p	9p	1p	9p
Belchen	—2.8	—2.3	100	100	W_6	W_8
Gebweiler	3.2	6.4	97	79	SW_5	SW_8

Digitized by Google

7. Im täglichen Gang der relativen Feuchtigkeit weicht der Berggipfel von den Fußstationen insofern ab, als statt des Morgenminimums, das an den Fußstationen deutlich ausgeprägt ist, eher eine Neigung zur Bildung eines Maximums in den Abendstunden vorhanden ist.

8. Im jährlichen Gang zeigt der April die geringste relative Feuchtigkeit sowohl für den Belchen als für die beiden Fußstationen, während sonst in Deutschland das Minimum fast durchgängig in den Mai fällt.

9. Die Bewölkungsziffern der Gipfelstation sind bedeutend stärker als die der Thalstation, während die Bewölkung der Ebene mit der des Gipfels im Jahresmittel gleich ist. Die Bewölkungsziffer der Ebene wird in hohem Grade beeinflußt durch die vielen Herbst- und Winternebel.

Die Zahl der Tage mit Nebelbildung ist auf dem Berggipfel bedeutend größer als im Thal.

10. Mit der Erhebung nimmt die Zahl und die Dichte der Niederschläge ganz beträchtlich zu; der Belchengipfel weist eine auffallend hohe jährliche Niederschlagsmenge auf; erklärt wird diese sowie auch die verhältnismäßig niedrige Niederschlagshöhe der Thalstation durch die Lage gegenüber den vorherrschenden Regenwinden.

11. In den freien, höheren Luftschichten herrschen im Gebiet des Ober-Elsaß die westlichen und südwestlichen Winde vor; sie betragen nahezu 50% sämtlicher Winde, am wenigsten vertreten sind die südlichen und östlichen. Selbst in der Ebene wird die Windrichtung noch durch lokale Verhältnisse stark beeinflußt.

12. Die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit hat auf der Gipfelstation einen Gang, der dem der Fußstation gerade entgegengesetzt ist, das Minimum liegt bei der ersteren in den Mittagsstunden.

13. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist auf dem Belchen nicht stärker als in der Rheinebene; dagegen sind die extremen Windstärken beträchtlich größer.

14. Der jährliche Gang des Luftdrucks vereinfacht sich mit der Erhebung über dem Meere; die Gipfelstation hat nur ein Maximum, und zwar im Sommer, ein Minimum im März.

Der tägliche Gang scheint auf der Bergspitze mit dem in der Ebene nahezu übereinzustimmen, vielleicht ist eine Verschiebung des Hauptmaximums gegen den Mittag zu konstatiren.

Wir bringen damit unsere Betrachtungen über die klimatischen Verhältnisse des Großen Belchen zum Abschluß. Wohl können wir uns nicht verhehlen, daß die Beobachtungsperiode, der die hier aufgestellten Zahlen zu Grunde liegen, noch zu kurz ist, um sämtliche, besonders die auf unreducirten Werthen fußenden Resultate als feststehend zu betrachten; aber in Anbetracht der Wichtigkeit gerade der Belchenstation für die Meteorologie und die Klimatologie des Ober-Elsaß schien es doch wünschenswerth, die bisherigen Beobachtungen schon jetzt einmal einer zusammenfassenden Bearbeitung zu unterziehen; damit dürfte wenigstens eine Grundlage für weitere ergänzende und vertiefende Arbeiten geschaffen sein.

Digitized by Google

Ueber die Einrichtung von meteorologischen Stationen zur Erforschung der Einwirkung des Waldes auf das Klima.*)

Von Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Müttrich.

Nachdem das Landes-Ökonomie-Kollegium in seiner Sitzung vom 12. März 1895 den von Herrn Landforstmeister Dr. Danckelmann gestellten Antrag, zu erklären:

> „Zur Erforschung der klimatischen Wirkungen des Waldes ist es wünschenswerth, in waldlosen, einen Massenwald umschließenden Gegenden vergleichende meteorologische Beobachtungen im Walde und in dessen näherer und weiterer Umgebung anzustellen"

angenommen hatte, wurde der Verfasser vom Herrn Minister für Landwirthschaft, Domänen und Forsten beauftragt, einen Plan über die Ausführung der fraglichen Ermittelungen nebst Kostenanschlag aufzustellen. Weil dabei nicht unerhebliche Schwierigkeiten zu überwinden und alle bei Einrichtung neuer meteorologischer Beobachtungsstationen bisher gemachten Erfahrungen zu berücksichtigen waren, erschien es wünschenswerth, das Königl. Preußische Meteorologische Institut in Berlin zu bitten, sich bei Aufstellung des Arbeitsplanes und des Kostenanschlages mit seinem Rath zu betheiligen. Nachdem sich dessen Direktor, Herr Geheimer Regierungsrath Professor Dr. von Bezold, in dankenswerther Weise hierzu bereit erklärt hatte, wurde in vier verschiedenen Konferenzen ein Arbeitsplan entworfen, nach welchem die Beobachtungen am zweckmäßigsten einzurichten sind, um die Lösung der Waldklimafrage zu fördern und womöglich für einzelne Theile derselben zu einer Art Abschluß zu bringen.

In Folge der auf den genannten Konferenzen gepflogenen Verhandlungen und Erörterungen wurde es für zweckmäßig erklärt, daß die einzelnen Fragen getrennt behandelt werden. Als die wichtigsten Beobachtungen wurden zunächst diejenigen ins Auge gefaßt, welche sich auf die Untersuchung des Einflusses des Waldes auf die Temperatur und Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft beziehen und außerdem diejenigen, welche zur Beantwortung der Frage, ob der Wald als

*) Aus „Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen."

Digitized by Google

solcher den atmosphärischen Niederschlag vermehrt oder nicht, anzustellen sind.

Vor Einrichtung dieser Beobachtungen ist die Auswahl von geeigneten Örtlichkeiten erforderlich. Für die zuerst genannten Beobachtungen wurde es als nothwendig bezeichnet, einen größeren Waldkomplex in einer im Ganzen ebenen Lage zu ermitteln, welcher vorzugsweise aus Laubwald besteht und von einem waldlosen Gebiet umgeben ist. In diesem sollten dann sechs Stationen errichtet werden, von denen sich zwei im Innern des Waldes, die eine auf einer Lichtung und die andere im Schutze der Bäume mitten im geschlossenen Bestande befinden sollten. Die übrigen vier sollten außerhalb des Waldes auf freiem Felde und zwar zwei auf der östlichen und zwei auf der westlichen Seite des Waldes liegen. Die auf derselben Seite befindlichen beiden Stationen sollten sich nur durch ihren Abstand vom Waldrande von einander unterscheiden, und zwar sollte die eine 100 bis 200 m und die andere 1000 bis 1500 m von ihm entfernt sein.

Weil es bei den vorliegenden Untersuchungen nicht nur auf die Unterschiede der bei den Terminsbeobachtungen auf den verschiedenen Stationen direkt abgelesenen Werthe ankommt, sondern wesentlich auch auf den Unterschied, welchen die Temperatur und die Feuchtigkeit in ihrem täglichen Gange innerhalb des Waldes und außerhalb desselben in verschiedenen Abständen von seiner Grenze zeigt, so wurde die Aufstellung von Registrirapparaten und von dazu gehörigen Kontrolapparaten in Aussicht genommen und sollte auf jeder der genannten sechs Stationen ein Thermograph, ein Hygrograph und ein Aspirations-Psychrometer für die Beobachtungen benutzt werden. Außerdem wurde auch die Aufstellung von Anemometern zur Bestimmung der Windrichtung und Windstärke empfohlen, um für die sich einstellenden Unterschiede in Temperatur und Feuchtigkeit bestimmen zu können, in welcher Richtung die atmosphärische Luft vom freien Felde in den Wald eingetreten und aus diesem nach dem freien Felde wieder ausgetreten ist.

Für die Aufstellung der Instrumente, welche wegen der ganzen Natur der Verhältnisse nur eine Hüttenaufstellung sein konnte, wurde die Benutzung von englischen Hütten in Aussicht genommen, weil diese nach den bisherigen Erfahrungen diejenigen Hütten sind, in welchen die Temperatur und Feuchtigkeit richtiger angegeben wird, als bei irgend einer anderen sonst zur Benutzung gelangten Hüttenaufstellung.

Um die Einflüsse der Bodenstrahlung möglichst zu eliminiren, sollten alle Instrumente in einer Höhe von 2 m über dem Erdboden aufgestellt werden.

Als Zeit, während welcher die Beobachtungen fortzusetzen sind,

Digitized by Google

wurden vorläufig drei bis vier Jahre als zweckmäßig bezeichnet und sollte eine bestimmte Entscheidung erst später darüber getroffen werden.

Zur Beantwortung der zweiten Hauptfrage, ob der Wald als solcher den atmosphärischen Niederschlag vermehrt oder nicht, sollen in mehreren — etwa in sechs — verschiedenen Waldkomplexen in möglichst ebener Lage Regenbeobachtungen angestellt werden. Für jeden Waldkomplex wurden 10 bis 15 Regenmesser vorgeschlagen, welche systematisch vertheilt theils innerhalb des Bestandes (aber nicht unterhalb der Bäume), theils außerhalb desselben in verschiedenen Entfernungen vom Walde aufzustellen wären. Für die Vertheilung der Niederschläge der Zeit nach würde wenigstens für die Sommermonate die Aufstellung eines registrirenden Regenmessers in jedem Waldkomplex, in welchem die Regenbeobachtungen angestellt werden, wünschenswerth sein.

Weil die Größe der Niederschläge dasjenige meteorologische Element bildet, welches in den verschiedenen Jahren den größten Schwankungen unterworfen ist, müßten diese Beobachtungen mindestens 10 Jahre fortgesetzt werden, um Mittelwerthe zu liefern, welche wenigstens angenähert die richtigen sind.

Diese von den Konferenzen gemachten Vorschläge, die nach ihren Hauptgesichtspunkten vorstehend angegeben sind, sind Ende September vorigen Jahres zum Theil zur Ausführung gekommen und sollen sobald als möglich zum Abschluß gebracht werden. Zunächst ist die Auffindung einer Örtlichkeit, die sich zur Anlegung der sechs Stationen für die Bestimmung der Temperatur und atmosphärischen Feuchtigkeit eignen dürfte, mit größeren Schwierigkeiten verbunden gewesen, als ursprünglich angenommen war. Nach mehrfach eingezogenen Erkundigungen und dem Studium einer Reihe von Generalstabskarten, von Meßtischblättern der königl. preußischen Landesaufnahme und von Wirthschaftskarten einer größeren Anzahl von königl. preußischen Oberförstereien wurde die Landsberger Heide in Vorschlag gebracht und gelang es, durch die bereitwilligste Unterstützung des Herren Oberforstmeisters Guse in Frankfurt a. O., in den Gebieten der Oberförstereien Neuhaus und Karzig Stellen zu ermitteln, die für die Anlegung der sechs Stationen zur Bestimmung der Temperatur und der atmosphärischen Feuchtigkeit geeignet erschienen.

Neuhaus und Karzig bilden die beiden nördlichsten Oberförstereien des unter dem Namen der „Landsberger Heide“ bekannten großen Waldkomplexes, welcher im Regierungsbezirk Frankfurt a. O. nördlich von Landsberg a. W. liegt und aus zehn zusammenhängenden königlichen Oberförstereien mit einer Gesamtfläche von 47 995 ha besteht und an den sich außerdem noch eine Reihe von größeren Waldungen, welche

Digitized by Google

sich im Besitz von Stiftungen, Kommunen oder Privaten befinden, unmittelbar anschließt. Diesen beiden Oberförstereien wurde für Anlegung der meteorologischen Stationen aus mehreren Gründen der Vorzug gegeben. Wenn auch in der Landsberger Heide die Kiefer die Hauptholzart bildet, so enthält doch die Oberförsterei Neuhaus mehr Laubwald (Eichen und Buchen) als irgend eine der anderen Oberförstereien und auch Karzig gehört zu den Oberförstereien, in welchem die Eiche und Buche wenigstens noch in einem nicht unerheblichen Umfang auftritt. Die von Eichen und Buchen bestockte Fläche verhält sich zu der von Kiefern bestockten (Fichten und Tannen kommen hier überhaupt nicht vor) in Neuhaus = 5 : 9 und in Karzig = 2 : 21. Außerdem gab aber der Umstand den Ausschlag, daß an die nördlich gelegenen Gebiete der Landsberger Heide größere unbewaldete Flächen an den Wald anstoßen, während die mehr südlich außerhalb des Waldes liegenden Gebiete nur kleinere unbewaldete Flächen bilden und bereits in kürzeren Entfernungen wieder in Waldgebiete übergehen. In Folge dieser Verhältnisse konnten in den Oberförstereien Neuhaus und Karzig am besten sechs Örtlichkeiten ausgewählt werden, welche den an die neu zu errichtenden meteorologischen Stationen in Bezug auf ihre Lage zu stellenden Anforderungen entsprachen. Weil außerdem auch noch darauf Rücksicht genommen werden mußte, daß die Stationen nicht gar zu weit von den Wohnungen der Beobachter entfernt waren, wurden die Stationen so gewählt, daß zwei, eine Nah- und eine Fernstation, außerhalb des Waldes im NE desselben in der Nähe der Oberförsterei Neuhaus zu liegen kamen, zwei andere, ebenfalls eine Nah- und eine Fernstation, außerhalb des Waldes im SW desselben in der Nähe der Oberförsterei Karzig und die letzten beiden im Inneren des Waldes in der Nähe der Karziger Rahmhütte auf einer Lichtung und im Schutze der Bäume in einem Laubholzbestande. Im Großen und Ganzen folgen die Stationen in der Richtung von NE nach SW und zwar in folgender Reihenfolge: Neuhaus Fernstation, Neuhaus Nahstation, Rahmhütte Waldstation, Rahmhütte Lichtungsstation, Karzig Nahstation, Karzig Fernstation. Dadurch, daß diese Richtung mit der Richtung der beiden vorherrschenden Windrichtungen zusammenfällt, ist es erreicht, daß bei SW- und NE-Winden die Temperatur und Feuchtigkeit einmal beobachtet wird, bevor die Luft in den Wald eintritt, und dann auch, nachdem sie durch ihn durchgegangen ist, aus ihm austritt, und endlich auch innerhalb des Waldes selbst.

Die in der folgenden Tafel angegebene Lage der sechs Stationen in Bezug auf ihre geographische Länge (Ferro), Breite und Höhe über NN, sowie die Angaben über ihre Entfernungen unter sich und von der Waldgrenze sind durch Abgreifen auf den im Verhältnis 1 : 25000

Digitized by Google

entworfenen Meßtischblättern der königl. preußischen Landesaufnahme bestimmt und können daher nur als angenäherte Werthe angesehen werden:

Stationen i. d. Richtung von NE nach SW	Östl. Länge von Ferro*)	Nördliche Breite	Höhe über NN m	Abstand vom Waldrande m
Neuhaus Fernstation . .	32° 56′	52° 58½′	93	1000
„ Nahstation . .	32° 54¾′	52° 58½′	75	100
Rahmhütte Waldstation. .	32° 51′	52° 54¾′	75	2200
„ Lichtungsstation	32° 50½′	52° 54½′	76	1800
Karzig Nahstation . . .	32° 47¾′	52° 54′	79	250
„ Fernstation . . .	32° 46½′	52° 54¼′	80	1750

Die Länge der Luftlinie ist

zwischen Neuhaus Fernstation und Karzig Fernstation = 13,0 km,
„ Neuhaus Fernstation und Rahmhütte Waldstation = 8,7 km,
„ Karzig Fernstation und Rahmhütte Waldstation = 5,2 km,
„ Neuhaus Fern- und Nahstation = 1,4 km,
„ Rahmhütte Lichtungs- und Waldstation = 0,7 km,
„ Karzig Fern- und Nahstation = 1,5 km.

Die Größe der Lichtung, auf welcher eine der beiden Stationen in der Nähe der Karziger Rahmhütte angelegt war, beträgt ca. 15 ha.

Um das Bild für die äußere Einrichtung der Stationen vollständig zu machen, ist noch zu erwähnen, daß die Beobachtungen auf den beiden Fernstationen und der Lichtungsstation um 8 a und 2 p, und auf den beiden Nahstationen und der Waldstation um 8½ a und 2½ p angestellt werden und zwar von drei verschiedenen Beobachtern, von denen der erste die beiden Stationen bei der Oberförsterei Neuhaus, der zweite die beiden Stationen bei der Oberförsterei Karzig und der dritte die Lichtungs- und Waldstation bei der Karziger Rahmhütte zu bedienen hat. Die letzten beiden Stationen liegen auf forstfiskalischem Terrain, während für die anderen vier außerhalb des Waldes liegenden Stationen kein fiskalisches Terrain zur Verfügung stand und daher die zur Einrichtung dieser Stationen erforderlichen Flächen für die Zeit der Beobachtungen von ihren Besitzern angepachtet wurden.

Auf jeder dieser sechs Stationen ist den Vorschlägen der am Anfange erwähnten Konferenzen entsprechend ein Thermograph und ein Hygrograph aufgestellt und werden an diesen ihre Stellungen zur Zeit der Terminsbeobachtungen um 8 a und 2 p resp. um 8½ a und 2½ p abgelesen und durch Striche markirt, sowie außerdem noch die Temperaturen eines trockenen und eines feuchten Thermometers mit Hülfe eines Aßmann'schen Aspirations-Psychrometers bestimmt. Die an

*) Um die östliche Länge von Greenwich zu erhalten, müßte von den angegebenen Zahlen 17° 39¾′ subtrahirt werden.

Digitized by Google

dem zuletzt genannten Instrument erfolgten Ablesungen werden als Normalwerthe angesehen und die durch sie ermittelten Korrektionen an den Angaben des Thermographen und Hygrographen zunächst für die Zeiten der Terminsbeobachtungen angebracht. Für die dazwischen liegenden Zeiten werden die erforderlichen Korrektionen aus den für die Terminsbeobachtungen bereits gefundenen durch Interpolation bestimmt und danach die an den Kurven für Temperatur und Feuchtigkeit abgelesenen Werthe verbessert. Endlich werden noch die Werthe der um $8^1/_2$ a und $2^1/_2$ p angestellten Beobachtungen dazu benutzt, die Werthe für 8 a und 2 p zu bestimmen, indem auf den Temperatur- und Feuchtigkeitskurven eine halbe Stunde zurückgegangen wird und an die hier ermittelten Kurvenwerthe die erforderlichen Korrektionen angebracht werden. Auf diese Weise werden für alle sechs Stationen Beobachtungswerthe erhalten, welche denselben Zeiten 8 a und 2 p und den zur Mittelbildung gewählten Zwischenzeiten entsprechen und eine Vergleichung der Temperatur und Feuchtigkeit im Inneren des Waldes auf einer Lichtung und unter den Bäumen mit denen außerhalb des Waldes in näherer und weiterer Entfernung von ihm gestatten.

Für die Beobachtung der Windrichtung sind bis jetzt auf den beiden Fernstationen Windfahnen mit einer Wild'schen Windstärketafel aufgestellt und soll zu diesen auf der Lichtungsstation noch eine einfache Windfahne hinzukommen. Zur Messung der Windstärke ist die Aufstellung mehrerer Schalenkreuz-Anemometer in Aussicht genommen, an welchen sowohl die durchschnittliche Windgeschwindigkeit von einer Terminsbeobachtung bis zur nächstfolgenden, als auch die Windgeschwindigkeit während der Terminsbeobachtungen selbst bestimmt werden kann. Aus diesen Beobachtungen ergeben sich dann die Unterschiede der Windstärke für die verschiedenen sechs Stationen, sowie die Schwächung, welche die Windstärke im Walde gegenüber der auf freiem Felde erfährt.

Die Ausführung der Beobachtungen, welche an den bereits aufgestellten Instrumenten am 1. Oktober 1899 begonnen wurden, sowie die Aufstellung der Beobachtungstabellen verursachen an und für sich keine besonderen Schwierigkeiten, erfordern aber Übung und große Zuverlässigkeit und nehmen auch eine recht erhebliche Zeit in Anspruch. Ursprünglich waren diese Arbeiten drei Forstbeamten außer ihren sonstigen Dienstgeschäften übertragen, doch stellte es sich bald heraus, daß das nur schwer durchführbar ist, weil die meteorologischen Beobachtungen zu bestimmten Zeiten gemacht werden müssen, und dadurch dienstliche Störungen hervorgerufen, außerdem aber auch bei den Beobachtungen und namentlich bei der Aufstellung der Beobachtungstabellen Fehler gemacht wurden, welche sich durch schriftliche Auseinandersetzungen nur schwer beseitigen lassen. Infolge dessen ist

Digitized by Google

für die beiden Stationen in der Nähe der Oberförsterei Karzig und für die beiden bei der Karziger Rahmhütte gelegenen, wo die Forstbeamten, welche die meteorologischen Beobachtungen ausführen sollten, durch ihre sonstigen Dienstgeschäfte ganz besonders stark in Anspruch genommen waren, der Ausweg getroffen, daß zwei Forstaufseher auf circa einen Monat nach der hiesigen Hauptstation geschickt wurden, um hier mit allen die meteorologischen Stationen betreffenden Arbeiten genau bekannt gemacht zu werden und dann, nachdem das geschehen, als Beobachter auf den genannten Stationen einzutreten.

In Bezug auf die zweite Hauptfrage, ob der Wald als solcher den atmosphärischen Niederschlag vermehrt oder nicht, sind die auf den am Anfange erwähnten Konferenzen vorgeschlagenen Beobachtungen bis jetzt nur in so weit in Ausführung gebracht, als auf den sechs in den Oberförstereien Neuhaus und Karzig eingerichteten Stationen mit Ausnahme der bei der Karziger Rahmhütte unter den Bäumen angelegten Station Regenmesser aufgestellt sind, mit welchen die atmosphärischen Niederschläge täglich beobachtet werden. Um diese Niederschlagsbeobachtungen in der Art zu erweitern, wie es für ein Regenmesserfeld erforderlich ist, sind den bereits aufgestellten Regenmessern andere hinzuzufügen, so daß die Beobachtungsstationen über ein größeres Gebiet innerhalb und außerhalb der Landsberger Heide systematisch vertheilt sind. Die dazu geeigneten Örtlichkeiten sind bereits ausgewählt, und kann der Aufstellung der Regenmesser in einiger Zeit entgegen gesehen werden.

Zur Ermittelung von anderen Gebieten, welche sich zur Aufstellung einer größeren Anzahl von Regenmessern innerhalb und außerhalb eines größeren Waldkomplexes eignen, sind die einleitenden Schritte bereits gethan, doch bleibt die Einrichtung der in Aussicht genommenen Regenmesser der nächsten Zukunft noch vorbehalten.

Die Niederschlags- und Temperaturverhältnisse des südlichen Roergebietes im Jahre 1899.

Von Dr. P. Polis in Aachen.

(Schluß).

Die Temperaturumkehr. Bereits in der letztjährigen Mittheilung habe ich auf das öftere Vorkommen von höheren Temperaturen am Aussichtsthurm und auf Monte Rigi als in Aachen hingewiesen. Während unter normalen Verhältnissen die Temperatur mit der Höhe niedriger wird (für 100 m um etwa 0.6°), nimmt sie dann zu, und zwar können die gleichzeitig am Aussichtsthurm oder auf dem Monte Rigi beobachteten Werthe bis 7° höher als an der Station Aachen sein.

Digitized by Google

Tabelle 5.
Temperaturumkehrungen zwischen

1899	Aachen-Aussichtsthurm						Aachen-Monte Rigi						Aussichtsthurm-Monte Rigi					
	0.0°—0.9°	1.0°—1.9°	2.0°—3.9°	4.0°—5.9°	über 6°	Summe	0.0°—0.9°	1.0°—1.9°	2.0°—3.9°	4.0°—5.9°	über 6°	Summe	0.0°—0.9°	1.0°—1.9°	2.0°—3.9°	4.0°—5.9°	über 6.0°	Summe
Januar	—	2	—	—	—	2	—	2	1	—	—	3	2	2	1	—	—	5
Februar	3	1	3	1	1	9	2	—	4	3	—	9	4	4	1	1	—	10
März	—	2	2	1	2	7	1	—	4	2	—	7	2	—	3	2	—	7
April	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
Mai	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4
Juni	2	2	—	—	—	4	1	2	—	—	—	3	7	3	1	—	—	11
Juli	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	4	2	—	—	6
August	6	4	1	—	—	11	3	—	2	—	—	5	7	1	2	—	—	10
Septbr.	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3	2	—	—	—	5
Oktober	5	4	3	4	—	16	—	4	3	—	—	7	3	1	1	—	—	5
November	1	1	2	—	—	4	1	—	1	—	—	2	—	2	1	—	—	3
December	2	1	3	1	—	7	2	1	—	—	—	3	1	7	2	—	—	10
Summe	24	17	14	7	3	65	10	9	15	5	—	39	35	26	14	3	—	78

Für das verflossene Jahr wurden nun alle die Fälle herausgezählt, die in den oberen Lagen höhere Werthe als in Aachen bezw. Aussichtsthurm aufweisen; streng genommen ist natürlich schon eine Temperaturumkehr vorhanden, wenn die Temperaturabnahme geringer ist als die mittlere Differenz zwischen zwei Stationen. In der oben stehenden Tabelle ist nun die Zahl der Temperaturumkehrungen für die einzelnen Monate ihrer Größe nach angeordnet. Wie diese Zusammenstellung zeigt, kommen größere Temperaturumkehrungen fast nur in den Wintermonaten vor, während sie mit Ausnahme kleinerer Beträge für die Monate April, Mai, Juni, Juli und September fast vollständig fehlen. Von den 65 Fällen Aachen-Aussichtsthurm war es im Winterhalbjahr 45 mal, von den 39 Temperaturumkehrungen Aachen-Monte Rigi 31 mal wärmer als in Aachen.

Betrachten wir die meteorologischen Verhältnisse derartiger Tage, so zeigt sich, daß sie fast ausschließlich in Gebieten hohen Luftdruckes auftreten; auch kamen sie in längeren Perioden vor, so z. B. vom 17.—27. Februar, 11.—17. März, 9.—26. Oktober und 18.—22. December, die gleichzeitig mit der Anwesenheit eines Hochdruckgebietes über dem centralen oder östlichen Europa zusammenfallen. Die Ursache der Temperaturumkehr ist auf eine absteigende Bewegung von Luftmassen zurückzuführen, wie sie den Hochdruckgebieten eigen ist; hierbei gerathen diese unter höheren Druck und werden dadurch zusammengepreßt und erwärmt. Man braucht nur an das pneumatische Feuerzeug zu erinnern, wo durch Zusammendrücken der Luft in einem Gefäße sich dieselbe so stark erwärmt, daß sich ein Feuerschwamm entzündet. Eine

Digitized by Google

ähnliche, wenngleich nicht so starke Erwärmung erleiden die Luftmassen beim Herabsteigen; nach der mechanischen Wärmetheorie kann man, da die Druckzunahme bekannt ist, die Erwärmungsgröße berechnen. Bei trockener Luft beträgt diese Wärmezunahme für 101 m Abstieg 1° C; ist hingegen der Luft Wasserdampf beigemengt, so wird die Wärmezunahme beim Herabsteigen geringer, nämlich 0.6° für 101 m. Mit der beim Herabsteigen verbundenen Erwärmung erlangen nun die Luftmassen die Fähigkeit, mehr Wasserdampf aufzunehmen, da sich die Luft immer mehr von ihrem Thaupunkte entfernt; die Luft wird also trockener, wie wir dies auch an der Abnahme der relativen Feuchtigkeit erkennen können. Die Trockenheit der absteigenden Luftmassen ist nun weiter auch die Ursache des heiteren Himmels in den höheren Lagen, die man bei der Temperaturumkehr stets antrifft, indem die beim Sinken erwärmten Luftmassen die Wolken auflösen. Die Erdoberfläche hingegen strahlt bei heiterem Himmel in den langen Nächten stark Wärme aus; die Folge davon ist, daß sich diese und damit auch die untersten Luftschichten stark abkühlen. Die Abkühlung vergrößert sich dann meist so stark, daß der Sättigungspunkt überschritten wird, womit die Veranlassung zur Kondensation des Wasserdampfes in Gestalt von Nebel gegeben ist. Bei Tage vermindert sich die Erkaltung sowohl durch Sonnenstrahlung, als auch durch die warmen absteigenden Luftmassen, und oftmals lösen sich die Nebelbildungen auf. In der Nacht hingegen wächst die kalte Schicht von Neuem an; begünstigend wirken hierauf noch die Bodenverhältnisse ein, da die kalten schweren Luftmassen dem Gefälle folgen und so das Aachener Becken und die tiefer liegenden Thäler des Venns ausfüllen, während die Erhebungen noch in die warme Schicht hineinragen. Auch in hygienischer Beziehung ist dies von Wichtigkeit, da durch die vertikale Luftströmung die reine, staub- und bakterienfreiere Luft der freien Atmosphäre den Höhen zugeführt wird, während für die Niederungen diese Quelle abgeschnitten ist, wozu denn noch die ungünstige Einwirkung der Nebelbildung kommt.

Die Hauptursache der Temperaturumkehr im Winter ist in der dynamischen Erwärmung durch Druck der absteigenden Luftmassen in einem Hochdruckgebiete zu suchen. Zur Sommerzeit ist dieselbe auch vorhanden, wie uns Tabelle 5 lehrt, aber lange nicht so stark, da dann die Temperaturabnahme mit der Höhe weit größer ist und sich dem Werthe von 1° für 101 m mehr nähert, den die dynamische Erwärmung durch Druck verlangt.

Einige Beispiele werden am besten die oben geschilderten Vorgänge vor Augen führen. Beim ersten, am 22. Februar, ist die Temperaturumkehr nur auf die höheren Lagen (Monte Rigi) beschränkt; Nebel war allerdings nicht vorhanden, wohl aber (wie auch am 12. März)

Digitized by Google

Tabelle 6.

1899	Lufttemperatur in C°					Rel. Feuchtigkeit in %			Bewölkung			Windrichtung und Stärke		
	Seeh. m	7 a	2 p	9 p	Tagm.	7a	2p	9p	7a	2p	9p	7a	2p	9p
22. Februar														
Aachen	169	—1.3	7.0	1.0	1.9	82	40	75	0	0	0	E_1	ENE_2	NE_1
Aussichtsturm	358	—3.0	5.0	1.0	1.0	78	31	85	—	—	—	E_3	E_2	—
Monte Rigi	670	2.6	8.6	3.2	4.4	84	63	85	0	0	0	NE_1	NE_2	NE_2
14. März														
Aachen	169	0.6	13.2	5.3	6.1	98	42	80	0	0	0	NE_1	NE_3	NE_1
Aussichtsturm	358	7.0	11.0	7.6	8.3	52	47	61	—	—	—	E_2	NE_2	—
Monte Rigi	670	5.6	13.0	4.1	6.7	67	40	85	0	0	0	E_1	E_1	E_1
22. Decbr.														
Walheim	240	—10.4	—2.1	—2.4	—4.3	93	94	87	0	10^{-}	10^{1}	W_1	NE_2	SW_2
Aachen	169	—6.2	—1.2	—1.8	—2.8	100	88	90	8^{-}	9^{-}	10^{1}	E_1	E_1	E_1
Stadtwald II	290	—4.5	—1.0	—2.7	—2.7	98	96	—	2^{1}	1^{1}	—	—	—	—
Aussichtsturm	358	—4.0	—3.0	—1.8	—2.7	82	87	96	—	—	—	ESE_2	SE_2	—
Monte Rigi	670	—5.0	—0.1	—6.2	—4.4	93	94	100	2^{0}	6^{2}	8^{2}	S_3	S_4	S_5

um 7 a eine sehr große relative Feuchtigkeit. Für den letzten Fall vom 22. December sind außerdem noch die Beobachtungen von Walheim und Stadtwald II eingetragen; erstere Station, 10 km südöstlich von Aachen entfernt (s. Regenkarte), wurde im April l. J. in eine Station IIIa umgewandelt, während die Station Stadtwald II lediglich zu Zwecken der Untersuchung eines geeigneten Platzes für die Lungenheilstätte angelegt wurde; sie befindet sich 2 km vom Aussichtsthurm am Südabhange des Aachener Waldes. Die besonders niedrigen Temperaturen in Walheim sind auf energische Ausstrahlung des Freilandes zurückzuführen, wohingegen Temperaturumkehr schon bei der niedrig gelegenen Station Stadtwald II vorhanden ist.

Die Föhnwirkung. Der Gebirgszug des hohen Venn und der Eifel streicht von Süden nach Norden; für unsere Gegenden ist die herrschende Windrichtung eine südwestliche bis westliche, es werden daher solche Luftströmungen diesen Gebirgszug unter einem rechten Winkel treffen. Was für einen großen Einfluß diese Strömungen auf die klimatischen Verhältnisse haben, ersehen wir am besten aus der Niederschlagsvertheilung (s. Karte), indem auf der West- (Luv-) Seite die Regenhöhe beim Emporsteigen der Luftmassen außerordentlich gesteigert wird. Umgekehrt stürzt die Luft auf der Ost- (Lee-) Seite herunter; die Folge eines derartigen Niedersteigens ist bereits vorher erörtert worden. Die Luftmengen kommen durch das Fallen unter einen höheren Druck, wodurch sie sich ja bis zu 1° C für 101 m erwärmen können; andererseits wird die Erwärmung die relative Feuchtigkeit der Luft stark vermindern, was wiederum eine Verringerung der Kondensation des Wasserdampfes und damit der Niederschläge verursacht, wie wir dies auch auf der Ost- (Lee-) Seite der Karte finden. Treten nun solche Temperaturerhöhungen, begleitet von Trockenheit, plötzlich ein, so spricht man von

Digitized by Google

Föhn. Für unser höchstes Gebirge, die Alpen, sind ja derartige Erscheinungen schon seit Jahrzehnten bekannt. Aber auch an allen anderen Gebirgszügen treffen wir derartige warme Fallwinde an, z. B. im Schwarzwalde, Thüringer Walde, Harz, Vogesen und anderen. Die Föhnwirkung ist natürlich um so stärker, je bedeutender die Kondensation auf der Luvseite und je höher der Gebirgszug ist.

Die Ausdehnung des meteorologischen Stationsnetzes im Roergebiete hat es nun ermöglicht, auch dort derartige Einflüsse nachweisen zu können; natürlich werden sich im Roerthale solche Erscheinungen am schärfsten an der Ostseite bemerkbar machen müssen, weil die Südwestwinde, nachdem sie ihren Wassergehalt auf den höchsten Erhebungen des Venns kondensirt haben, dort am kräftigsten niedersteigen müssen. Bisher sind zwar an den im Nordosten vom Venn gelegenen Stationen keine Beobachtungen über Temperatur und Feuchtigkeit angestellt worden; da aber auch die Südost- und Südwinde gezwungen werden, am hohen Venn auf- und absteigende Bewegungen auszuführen, so können auch sie derartige Erscheinungen hervorrufen, die jedoch durch Stationen nachweisbar sind. Es beträgt ja der Höhenunterschied zwischen Monte Rigi und Aachen 501 m, weshalb südliche oder südöstliche Winde um rund 500 m vom hohen Venn bis Aachen herunterfallen. Die mittlere Temperaturabnahme Monte Rigi-Aachen ist nach den Beobachtungen 4.3°; allerdings muß man noch dem Umstande Rechnung tragen, daß die Station Aachen innerhalb der Stadt gelegen ist, deren Häusermassen die dortigen Wärmeverhältnisse beeinflussen, während die englische Hütte auf dem Monte Rigi frei auf der Hochfläche des Venns steht. Diese Erwärmung ist nach den Beobachtungen an einer Freilandstation auf etwa 1° C zu veranschlagen; berücksichtigen wir dies, so beträgt die Temperaturabnahme für die 500 m im Mittel 3.3°, d. h. für je 100 m Höhenunterschied 0.7°. Der Einfluß der Föhnwirkung muß sich daher an Tagen, wo südöstlicher oder südlicher Wind herrscht, in Aachen bemerkbar machen, wie wir dies an einigen Beispielen nachstehend zeigen wollen.

Betrachten wir die Luftdruckvertheilung an derartigen Tagen, wie z. B. am 21. und 22. Januar, 8. bis 10. Februar, 6. März, 26. und 29. December u. a. mehr, so sehen wir, daß solche Föhnwirkungen an der Vorderseite eines Luftdruckwirbels auftreten, indem dann die Süd- und Südostwinde beim Überschreiten des Venns fallende Bewegungen annehmen. So war z. B. am 6. März auf dem Monte Rigi die Luft bei südöstlichem Winde feucht und kalt; am Morgen betrug die Temperaturabnahme 3.2°, während dieselbe in den Mittags- und Abendstunden den Betrag von 5.9° bezw. 5.6° erreichte. Unter Berücksichtigung der Beeinflussung der Wärmeverhältnisse in Aachen durch die Häusermassen entspricht dann die Temperaturabnahme der durch den Druck

Digitized by Google

Tabelle 7.

1899	See-höhe	Lufttemperatur in C°.				Relative Feuchtigkeit in %		
	m	7a	2p	9a	Tages-mittel	7a	2p	9p
8. Februar								
Aachen	169	8.6	13.8	12.7	12.0	83	60	67
Aussichtsthurm	358	6.8	11.0	10.6	9.8	91	75	72
Monte Rigi	670	4.2	6.2	5.1	5.1	97	96	92
10. Februar								
Aachen	169	14.0	20.3	15.9	16.5	42	29	42
Aussichtsthurm	358	12.0	19 4	13.6	14.7	47	28	48
Monte Rigi	670	6.0	14.6	8.9	9.6	72	39	63
6. März								
Aachen	169	—3.8	7.2	2.0	1.8	78	19	31
Aussichtsthurm	358	—6.4	5.8	0.4	0.0	79	25	78
Monte Rigi	670	—7.0	1.3	—3.6	—3.2	100	72	98
26. December								
Aachen	169	0.8	3.8	2.4	2.4	82	77	65
Stadtwald II	290	—1.1	2.5	1.2	0.9	96	84	—
Aussichtsthurm	358	—1.6	1.4	0.6	0.3	92	93	71
Monte Rigi	670	—2.4	—1.9	—3 6	—2.9	98	98	98

hervorgerufenen dynamischen Erwärmung von 1° C für 101 m. Auch traten von 7 a bis 2 p an den unteren Stationen starke Verminderungen der Feuchtigkeit ein. Desgleichen war am 26. December die Witterung auf der Höhe feucht und kalt bei starken Südwinden. Um 7 a betrug die Wärmeabnahme 3.2°, um 2 p 5.7° und um 9 p 6.0°, während sich gleichzeitig die Feuchtigkeit von 82% auf 65% erniedrigte. In den Tagen vom 8. bis 10. Februar waren ebenfalls Föhnwirkungen vorhanden, die zudem am 10. mit einer ungewöhnlichen Wärme (Tages-Maximum in Aachen 20.4° C) zusammenfielen. Es war dies die höchste Temperatur, die seit 1838 im Februar in Aachen gemessen worden war. Am 8. war auf der Höhe des Monte Rigi die Witterung noch feucht und nebelig, während gleichzeitig in Aachen und Aussichtsthurm die Temperatur anstieg und die Feuchtigkeit sich verringerte. Letzteres steigerte sich noch in den nächstfolgenden Tagen. Ein Blick auf die derzeitige Luftdruckvertheilung zeigt das Vorhandensein eines tiefen Minimums über Westeuropa, während der höchste Druck den Südosten des Kontinentes bedeckte; diese Luftdruckvertheilung veranlaßte lebhafte Süd- bis Südostwinde. In den nächstfolgenden Tagen nahm das Luftdruck-Minimum an Stärke ab, während der hohe Druck sich gleichzeitig (am 10.) westwärts ausdehnte. Auch auf dem Monte Rigi wuchs die Temperatur, begleitet von einer starken Verminderung der Feuchtigkeit. Der Grund hierzu dürfte in dem Absteigen der Luftmassen an der Peripherie der Anticyklone zu suchen sein, welch letztere ihrerseits noch eine weitere Erwärmung auch der unteren Luftschichten veranlaßte. Die geringe Feuchtigkeit und die starke Erwärmung bedingten eine Auflösung der Wolken, wodurch dann der Sonnenstrahlung freier Zutritt gewährt wurde.

Digitized by Google

Klimatologisch ist das Venn wohl eins der interessantesten Gebiete von Deutschland, das trotz seiner geringen Seehöhe der weit gegen Nordwesten vorgeschobenen Lage wegen einerseits so krasse Gegensätze im Niederschlage an Luv- und Leeseite aufweist, andererseits starke Temperaturumkehrungen, wie sie sonst nur in den höheren Gebirgslagen beobachtet werden, und Föhnerscheinungen zeigt.

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im April 1900.

Die Witterung hat im Berichtsmonat mit Ausnahme einiger weniger Tage einen recht unfreundlichen, unbeständigen Charakter gehabt. Eine längere naßkalte Witterungsperiode in der ersten Monatshälfte wurde nur zum Theil durch eine kurz dauernde, von Kälterückfällen unterbrochene Wärmeperiode in der zweiten Hälfte ausgeglichen. Häufige und beträchtliche Temperaturschwankungen waren für den diesjährigen April charakteristisch.

Zu Beginn des Monats lag Mitteleuropa im Bereich eines sehr kalten, schneereichen nördlichen Luftstroms, der durch ein Maximum über der Nordsee und Skandinavien und ein Minimum über Westrußland hervorgerufen wurde. Die Temperaturen lagen am Morgen des 3. bis zu 9° unter der normalen, besonders tief in Süddeutschland. Eine geringe Erwärmung trat ein, als sich bei hohem Druck im Nordosten eine Depression von Westen her ausbreitete und bei uns südöstliche Winde erzeugte. Die Temperatur erreichte aber erst gegen den 10. den normalen Werth, so daß die beiden ersten Pentaden des Monats durchweg zu kalt waren. Während das Hochdruckgebiet im Nordosten stationär blieb, verschob sich das Depressionsgebiet allmählich nach Mitteleuropa und gab am 7. und 8. April zu einem weitverbreiteten Landregen Anlaß, der in Verbindung mit den Schmelzwassern des Hochgebirgsschnees besonders in Ungarn, Böhmen und Schlesien zu bedeutenden Überschwemmungen führte.

Vom 10. ab änderte sich die Luftdrucklage vollständig. Das Maximum im Nordosten wanderte südwärts, statt dessen wurden nun Hochdruckgebiete maßgebend, die entweder eine südwestliche oder centrale Lage zu Mitteleuropa einnahmen, während Depressionen im Norden Europas östliche Bahnen einschlugen. Die Temperatur lag von nun ab mit kurzer Unterbrechung (vom 17. bis 19.) meist über dem Durchschnitt. Aber eine erhebliche Temperatursteigerung trat erst am 19. ein, als sich eine Anticyklone von Westen her über unser Gebiet ausbreitete und wolkenloser Himmel ungehinderte Einstrahlung ermöglichte. Bei dieser Wetterlage wurden am 21. und 22. die höchsten Wärmegrade des Monats verzeichnet. Durch weitverbreitete Gewittererscheinungen im Süden und den Eintritt nördlicher Winde im Norden erfolgte dann eine beträchtliche Abkühlung, die unter dem Einfluß eines Maximums im Westen und niedrigen Druckes im Süden und Osten bis gegen Monatsschluß anhielt. Am 26. traten sogar Schneefälle ein und die Minimaltemperaturen lagen vielerorts unter dem Gefrierpunkt. Am Monatsende machte sich bei westlichem Winde wiederum eine langsame Erwärmung geltend.

Die Monats-Temperatur lag, wie im März, überall unter der normalen, meistens $\frac{1}{2}^0$ bis 1^0, nur in den höheren Lagen, an der deutschen Nordseeküste und im südlichen Bayern mehr als 1^0. Ungewöhnlich groß war, besonders im Südwesten, die absolute Temperaturschwankung. Während das Thermometer

Digitized by Google

am 3. auch in den niederen Theilen des Landes und selbst im Süden bis —8° C zeigte (Kissingen, Ulm, Commerey a. d. Maas), wurden am 23., dem wärmsten Tage, im Westen und Süden Temperaturen von mehr als 25° abgelesen. Die höchsten Wärmegrade hatten Grünstadt in der Pfalz, Commerey und Vesoul (27°). Der Unterschied der höchsten und niedrigsten Temperatur betrug daher an manchen Orten fast 35°. Der Gegensatz zwischen der kältesten und wärmsten Witterungsperiode drückt sich auch in dem Temperaturunterschied der ersten und fünften Pentade aus, der im Südwesten mehr als 10° ausmachte.

Die Niederschlagsvertheilung war sehr ungleich, wenn man das Verhältnis der im April gemessenen zu der normalen Niederschlagshöhe in Betracht zieht. Die Gebiete mit zu wenig Niederschlag nehmen den größeren Theil des Landes ein, dazwischen sind Gebiete mit einem Überschuß des Regenfalls eingesprengt. In Norddeutschland war es an der oberen und unteren Oder, in Mecklenburg und Hannover zu naß, im Süden erhielten die Gebirge und die bayrische Hochebene zu viel Regen bezw. Schnee. Niederschlagsarmuth herrschte in Hessen, in der Pfalz und der Rheinprovinz, wo vielfach nur $^1/_3$ der normalen Menge gemessen wurde.

Anfangs April fiel der Niederschlag noch vorwiegend in fester Form, in Bayern wurden am 1. April sogar an vielen Stellen die größten Schneehöhen des verflossenen Winters gemessen. Südlich des Mains bedeckte das Land an diesem Tage eine geschlossene Schneedecke von fast überall mehr als 10 cm Mächtigkeit. Aber nur auf den Gebirgen vermochte sich der Schnee länger zu halten. Hier verschwand er vollständig erst am Schluß des Monats, als der Feldberg im Schwarzwald seine Schneedecke verlor. Den Kamm des Riesengebirges bedeckte auch dann noch Schnee bis zu $1^1/_2$ m Tiefe.

Von ausgedehnten Gewittererscheinungen vom 22. bis 25. und am 30. April berichten die Witterungsübersichten der süddeutschen Staaten. Besonders gewitterreich war der 23., die Zahl der Gewittermeldungen erreichte an diesem Tage in Bayern die eines Hochsommertages mit Gewittern.

Die Bewölkung überstieg in diesem Monate die normale nicht mehr zum Unterschied von den voraufgehenden Monaten. Die Sonnenscheindauer überstieg meist 40% der möglichen. Dr. W. Meinardus.

Wetterschießen.

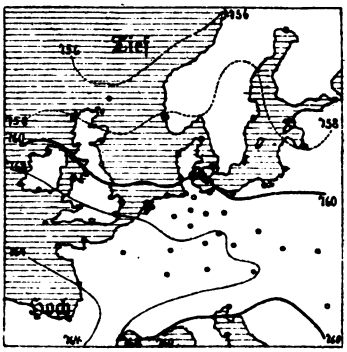
Von Prof. Dr. J. M. Pernter*).

Im Jahre 1896 hat Herr Albert Stiger, Bürgermeister zu Windisch-Feistritz in Steiermark, das von altersher bekannte Wetterschießen, das seinerzeit durch ein Hofdekret der Kaiserin Maria Theresia verboten worden war, wieder aufgenommen und demselben eine neue Form gegeben. Man hatte im vorigen Jahrhundert einfach mit gewöhnlichen Böllern geschossen; Herr Stiger versah nun auf Anrathen des Herrn Obersten Mundy die Böller mit Trichtern, um die Wirkung der Schüsse zu erhöhen, und kam zu folgender Konstruktion der Wetterschießapparate. Ein schwerer Klotz aus Eichen- oder anderem harten Holze ist so ausgehöhlt, daß auf geeigneten Schienen der Schlitten mit dem Böller eingeführt werden kann. Auf dem Holzklotze wird der Eisentrichter aufgeschraubt, der zwei Meter hoch ist. Derselbe wurde aus einem zwei Millimeter dicken

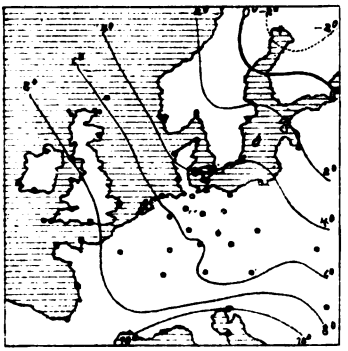
*) Nach der „Umschau", Übersicht über die Fortschritte und Bewegungen auf dem Gesamtgebiete der Wissenschaft und Technik. Verlag H. Bechhold, Frankfurt a. M. Preis pro Quartal Mk. 3.—.

Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.
1900. Heft 6.



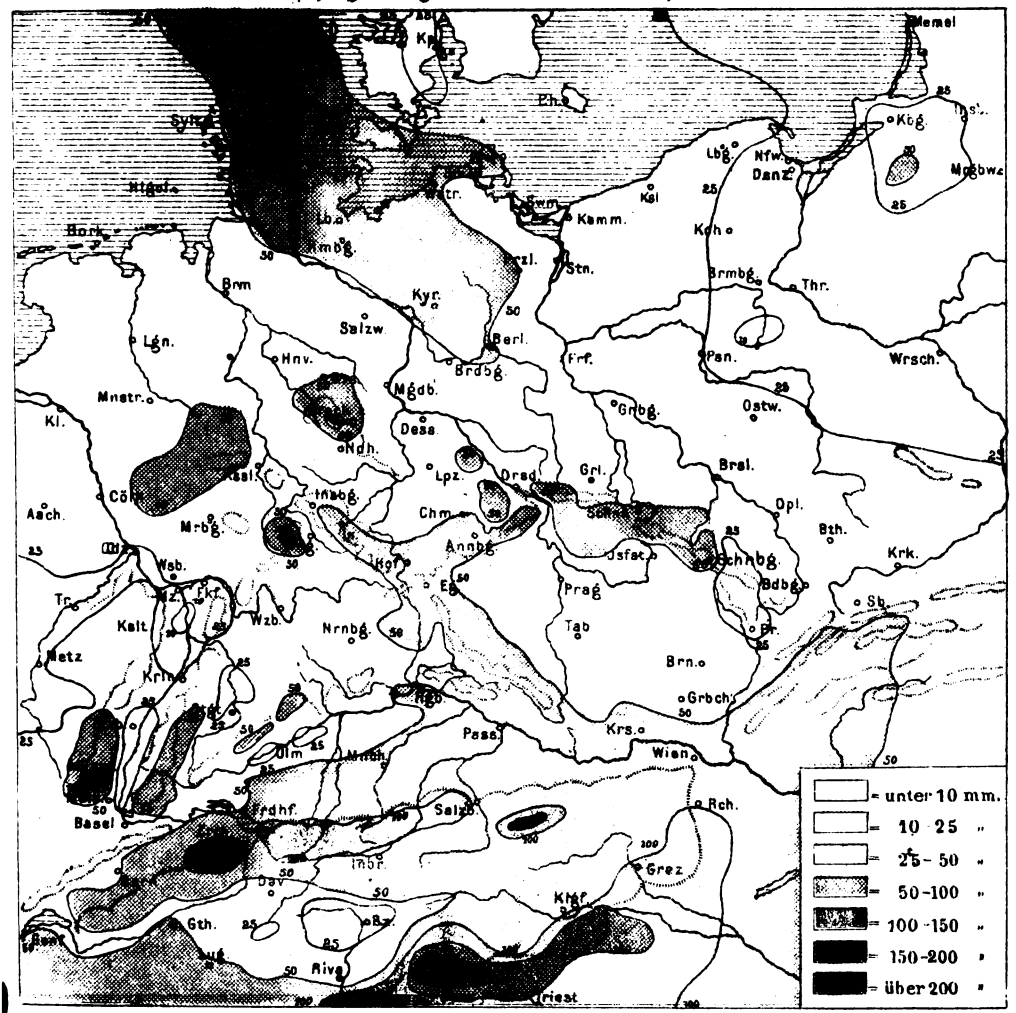
Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen. (C°.)
(8h früh)

April 1900.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

Eisenbleche verfertigt, ist an der oberen Öffnung 79, an der unteren 20 cm weit im Durchmesser, und an der oberen Öffnung wurde inwendig ein 5 cm breiter Eisenstreifen eingenietet. Schon im Jahre 1897 bestanden in Windisch-Feistritz 36 Schießstationen. Hatte man anfänglich den Schießversuchen des Herrn Stiger mit Lächeln und wohl auch mit Spott zugesehen, so verwandelte sich diese Ablehnung bald in das Gegentheil. Seit den siebziger Jahren hatte es jedes Jahr Hagelschäden gegeben — seit Herr Stiger das Wetterschießen wieder aufgenommen hat, hagelte es wohl in den angrenzenden Gegenden, aber nicht wieder in Windisch-Feistritz, und bis heute ist dort thatsächlich kein Hagelschaden vorgekommen. Der Glaube an die Wirksamkeit des Wetterschießens gegen Hagel fand auch in den anderen Weinbaugegenden der Steiermark Verbreitung. Der Ruf von den dort erzielten Erfolgen drang in die viel vom Hagel heimgesuchten Gegenden von Venedig, der Lombardei, Piemonts und von da auch weiter südwärts. Der italienische Deputirte Dr. E. Ottavi begab sich nach Windisch-Feistritz und verpflanzte das Stigersche Wetterschießen nach Italien, wo diese Wetterschieß-Vorrichtungen einfachhin „Stiger-Kanonen" genannt werden. Im Jahre 1899, in welchem das Wetterschießen in Italien begonnen wurde, waren in ganz Oberitalien, sowie auch in der Emilia und in Toscana Wetterschieß-Konsortien erstanden, die eine erstaunlich große Anzahl von Schießstationen errichteten. Es bestanden im Sommer 1899 Stationen in den Provinzen:

Novara . . .	80	Padua	40
Alessandria . .	340	Udine	56
Vicenza . . .	443	Bergamo	195
Treviso . . .	87	Brescia	260
Verona . . .	131	Pavia	60.

Nimmt man noch die beträchtliche Anzahl von anderwärts errichteten Schießstationen dazu, so kann man sagen, daß in Oberitalien im ersten Anlaufe sofort 2000 Wetterschießstationen nach dem Stigerschen Vorgange errichtet wurden und im Jahre 1899 thätig waren. Mit welchem Eifer die Italiener die Sache in die Hand nahmen, erkennt man daraus, daß sie sofort in diesem ersten Jahre die Einberufung eines Wetterschieß-Kongresses ins Auge faßten, der auch in der That am 6., 7. und 8. November 1899 in Casale Monferato tagte. Zu diesem Kongresse entsendete das Ackerbauministerium den Unterstaatssekretär, das Kriegsministerium und das Ministerium des Innern ließen sich durch Abgesandte vertreten. Die Gelehrtenwelt war durch die Professoren Roberto, Marangoni, Porro, Bombicci ꝛc. vertreten, die sich mit Eifer an den Verhandlungen des Kongresses betheiligten. Es waren 560 Kongreßtheilnehmer erschienen. Aus den Verhandlungen dieses Kongresses, zu dessen Ehrenpräsident Herr Stiger gewählt wurde, ist zu ersehen, mit welch zuversichtlichem Vertrauen nicht nur das gewöhnliche Volk, sondern auch die gebildeten Kreise, ja selbst hervorragende Gelehrte vom Wetterschießen nach der Stiger'schen Weise die Abwendung der Hagelgefahr erwarten. Vier Referenten waren bestellt, welche über die Erfolge des Wetterschießens Bericht zu erstatten hatten: Herr G. Suschnig, von dem wir hier noch mehrmals zu sprechen haben werden, für die Heimath des neuen Stiger'schen Wetterschieß-Verfahrens, für Steiermark; Professor A. Marescalchi aus Casale für Piemont, Professor Dr. Tamaro aus Grumello für die Lombardei und Professor Dr. Ghellini aus Conegliano für Venetien. Alle Referenten stimmen darin überein, daß bei rechtzeitigem Beginne des Schießens der Erfolg, d. h. Abwendung des Hagels, stets eintrat. Eine Menge von Einzelfällen wurde mitgetheilt, die zeigen sollen, daß dort, wo nicht geschossen wurde, der Hagel seine vernichtende Wirkung ausübte, während im Schießgebiete kein Hagel fiel.

Digitized by Google

Diese Einzelfälle wirken auf alle, die davon hören, fast möchte man sagen, überzeugend, auf diejenigen aber, welche sie miterfahren haben, geradezu begeisternd. Das zeigte sich denn auch auf dem Kongresse deutlich. Die Referenten sind keine Heißsporne; sie dämpften daher ihre Schlußfolgerung vorsichtig dahin ab, daß das erste Versuchsjahr des Wetterschießens derartig hoffnungsvolle Resultate geliefert habe, daß man anzunehmen berechtigt sei, der beschrittene Weg zur Bekämpfung des Hagels biete viel Aufmunterndes zur Fortsetzung des Wetterschießens. Allein diese vorsichtige Form behagte den Kongreßtheilnehmern nicht; sie erklärten, daß an der Wirksamkeit des Wetterschießens nicht gezweifelt werden könne, daß sie durch die Thatsachen hiervon überzeugt worden seien und daß es ihnen diesen Thatsachen gegenüber gleichgiltig sei, ob die Gelehrten die Sache zu erklären im Stande seien oder nicht. Trotz aller Mäßigungsversuche von Seite der vorsichtig überlegenden Männer, welche vor voreiligen Schlüssen warnten und auf die Schwierigkeit verwiesen, gegenwärtig streng kritische unanfechtbare Urtheile darüber zu fällen, ob in den einzelnen Fällen thatsächlich das Wetterschießen die Abwendung des Hagels bewirkt habe, wurde schließlich folgende, immerhin etwas gemilderte Resolution angenommen:

„Nach Kenntnisnahme der Resultate, welche durch die Schießversuche in Steiermark, Dalmatien, Piemont, der Lombardei, Venedig, Emilia und Toscana erzielt wurden, ist der Kongreß überzeugt, a. daß wir durch das Wetterschießen einen erfolgversprechenden Weg zur Lösung des wichtigen Problems der Abwendung des Hagels beschritten haben; b. daß die in diesem Jahre erzielten Erfolge gar nicht vielversprechender sein könnten; c. er wünscht, daß die Gegenden, in welchen heuer die ersten Versuche gemacht wurden, Mittel und Wege finden mögen, die Hagelschutzwehr auf Grund der gemachten Erfahrungen auszugestalten".

Es sei mir gestattet hervorzuheben, daß der Erfinder des neuen Wetterschieß-Verfahrens, Herr Stiger, zu denjenigen gehörte, welche auf dem Kongresse vor allzu sanguinischen Beschlüssen ernstlich warnten. Herr Stiger hat sich überhaupt von Anfang an als ein sehr objektiver und vorsichtig abwägender Mann erwiesen, der auch heute, trotz der so vielen Erfolge, welche sein Verfahren überall erringt, auf dem Standpunkte steht, daß eine definitive Sicherheit für die Wirksamkeit desselben noch nicht vorhanden ist. Er ist daher ein schlechter Apostel seiner eigenen Idee, da er gelegentlich auch mit Warnungen vor zu großer Zuversicht nicht zurückhält — eine äußerst seltene, aber um so höher zu veranschlagende Eigenschaft eines „Erfinders". Trotzdem — oder ist das eben die Folge des rein objektiven Verhaltens — breitet sich das Stigersche Wetterschießen immer mehr aus.

Die Frage, die wohl jedermann auf den Lippen schwebt, ist: Wie soll durch das Wetterschießen die Hagelbildung beeinflußt werden? Ich weiß, daß ich diese Frage nicht befriedigend zu beantworten in der Lage bin, weder positiv, noch negativ. Doch möchte ich darauf hinweisen, daß, falls wir zum Verständnisse der Vorgänge nicht durchzudringen im Stande sind, wir deshalb, weil wir etwas nicht verstehen, dasselbe zu leugnen kein Recht haben, damit es uns nicht ergehe wie seinerzeit Arago, welcher Stein- und ähnliche Regen für unmöglich erklärte, um bald darauf von einem Regen junger Frösche eines Besseren belehrt zu werden, oder wie Airy, welcher bewiesen hatte, daß ein Telegraphiren über den Ocean durch Kabel nicht möglich sei, während kurz darauf das erste transatlantische Kabel gut funktionirte, oder wie einer Kommission der Pariser Akademie, welche die Herstellung von Dynamo-Maschinen für aussichtslos dekretirte, wo dann einige Jahre später die Gramme'sche Maschine fertiggestellt war.

Digitized by Google

Wie können wir uns aber die Wirkung des Wetterschießens vorstellen? Es sind zwei Punkte, welche hier in Betracht kommen können: die Schallwirkung und die Kraft eines aus dem Schießtrichter herausfahrenden Luftwirbelringes.

Es ist kaum zu zweifeln, daß in den alten Zeiten der Lärm der Detonationen beim Wetterschießen mit einfachen Böllern als wirksam angesehen wurde; dem Wetterläuten liegt, abgesehen von der religiösen Seite, offenbar derselbe Gedanke zu Grunde. Durch das Aufsetzen der Trichter auf die Böller wird auch gewiß die Schallwirkung gegen die Wolken verstärkt. Es ist bei der vor heftigen Gewittern eintretenden schwülen und beängstigenden Stille fast ein natürliches Bedürfnis, Lärm zu machen, und zwar möglichst starken. Man hat die Empfindung, daß in dieser gewitterschwülen Stille das Unglück ausgebrütet, durch Zerstörung dieser Stille das Unglück abgewendet wird. Interessanter Weise erzählt gerade Herr Stiger selbst, daß dieser Gedankengang ihn leitete, als er im Jahre 1896 das Wetterschießen neu begann. „Die Wahrnehmung", sagt er, „daß jedem Hagelwetter eine nur nach Minuten zählende vollständige Ruhe in der Atmosphäre vorausgeht, während welcher eine beängstigende, drückende Schwüle herrscht, brachte mich auf den Gedanken, diese Ruhe, welche ich als für die Hagelbildung wesentlich erachtete, zu stören, indem ich das von altersher bekannte Wetterschießen versuchte".

Daß aber die Schallwelle als solche den Hagelbildungs-Proceß sollte stören können, dafür fehlt uns jede physikalische Begründung. Wenn man etwa dächte, durch die Schallwellen könnten Erschütterungen hervorgebracht werden, welche in den unteren Wolken vorhandene, unter den Nullpunkt abgekühlte Tröpfchen zum Gefrieren bringen würden, wodurch mit einem Male eine weitere Bildung des Hagels unterbrochen wäre, so ist dagegen einzuwenden, daß durch die Schallwellen keine Erschütterung dieser unterkühlten Tröpfchen, sondern nur ein gleichzeitiges Hin- und Zurückschwingen derselben erzeugt werden kann; ohne Erschütterung kommt es aber nicht zum Gefrieren unterkühlter Tröpfchen. Es ist hier freilich keine erschöpfende Behandlung der Schallwirkung auf den Hagelbildungs-Proceß möglich, aus dem einfachen Grunde, weil uns der Hagelbildungs-Vorgang bislang nicht bekannt ist. Aber weder auf die elektrischen Vorgänge in den Wolken, noch auf das vorzeitige Gefrieren unterkühlter Tröpfchen, noch durch eine mechanische Erschütterung von Bedeutung kann nach unseren Kenntnissen der Schall einwirken.

Wir kommen daher sofort zur zweiten Möglichkeit: der Wirkung des bei dem neuen Wetterschieß-Verfahren auftretenden Luftwirbelringes. Hier muß ich etwas weiter ausholen.

Es war im September 1897 — ich hatte mein Amt als Direktor der k. k. meteorologischen Centralanstalt noch nicht recht angetreten — als vom steirischen Landesausschusse ein Experte der Centralanstalt verlangt wurde, welcher den Schießversuchen des Herrn Stiger in Windisch-Feistritz beiwohnen sollte. Es wurde Herr Dr. Trabert delegirt, und seinem Berichte hierüber entnahm ich die erste Nachricht über das Entstehen eines Luftwirbelringes, der aus dem Trichter des Wetterschießapparates mit bedeutender Energie heraustritt. Herr Stiger hat sich als sehr guter und objektiver Beobachter bewährt, indem er von Anfang an diesem Luftwirbelringe beim Wetterschießen die Hauptrolle zuschrieb. Um Herrn Stiger die Priorität der Entdeckung des Wirbelringes und seiner Energie zu sichern, citire ich wörtlich den vom 11. Oktober 1897 datirten amtlichen Bericht des Dr. Trabert; er sagt: „Es zeigt sich nämlich hierbei, daß bei dem Abbrennen des Schusses ein — den gewöhnlichen Rauchringen ähnlicher — Wirbelring entsteht, welcher im reflektirten Sonnenlichte gesehen wird.

Digitized by Google

Dieser Wirbelring steigt mit deutlich und weithin vernehmbarem Sausen oder Pfeifen rasch empor. Die Beobachtungen ergaben, daß sich dieses Pfeifen bis zu 13 Sekunden lang hören ließ, bei Windstille und in der Ruhe der Nacht soll es bis über 20 Sekunden vernehmbar sein".

Auch über die mechanische Kraft dieses Luftwirbelringes hatte Herr Stiger schon damals einige Kenntnis. So erzählt er, daß er überrascht war, einmal zu sehen, wie eine Schwalbe, welche von einem solchen Luftwirbel getroffen wurde, tot herabfiel, und Dr. Trabert berichtet über die Versuche, die in seiner Gegenwart gemacht wurden: „Als dann, um genauere Resultate zu erzielen, über einer geringen Böschung in horizontaler Richtung geschossen wurde, zeigte es sich, daß unter dem Einflusse der Erdoberfläche der Wirbelring entweder ganz zerstört oder bei etwas größerer Elevation doch vollkommen aus seiner Bahn abgelenkt wurde, so daß er mehrere Male sogar in den Erdboden hineinfuhr und daselbst das Kartoffelkraut in lebhafte Bewegung versetzte". Trotzdem hielten die damaligen Experten wenig von der Dauerhaftigkeit und mechanischen Energie dieses Wirbelringes und legten demselben überhaupt nur eine nebensächliche Bedeutung bei. Herr Stiger selbst legte aber alles Gewicht auf diesen Wirbelring, dessen Pfeifen ihm ein Maß für die Wirksamkeit der Schüsse blieb. Nach der Dauer des von diesem Wirbelringe erzeugten Pfeifens schätzte er stets die Güte der Schüsse und der Wetterschießapparate. Doch trat, wie gesagt, die mechanische Energie dieser Luftwirbelringe im Übrigen in den Hintergrund, bis auf dem Kongresse in Casale Professor Roberto seine Versuche hierüber mittheilte. Er konnte berichten, daß der Ring bei horizontalem Schusse einmal in 70 m Entfernung ein starkes Diaphragma zerriß. Man nahm die Sache leicht, ja lachte darüber. Doch war Herr Stiger sofort auf Seite Roberto's, und des letzteren Versuche gaben die Anregung zu eingehenden Untersuchungen in dieser Richtung.

Diese Untersuchungen und ihre Ergebnisse bedeuten nun den entschiedensten Fortschritt im neuen Wetterschießverfahren. Durch dieselben wird das Urtheil der Gelehrtenwelt über die Wirksamkeit des Wetterschießens in hohem Grade günstiger gestaltet. Diese neuesten Versuche wurden auf Anregung des Herrn Stiger von Herrn G. Suschnig, Prokuristen der Firma Karl Greinitz Neffen in Graz und Werksleiter des Hammerwerkes dieser Firma in St. Katharein an der Lamming, durchgeführt, und ich war kürzlich mit Dr. Trabert und anderen Herren Zeuge der Fortschritte, welche Herr Suschnig erzielte. Wenn durch das neue Wetterschießen wirklich die Hagelbildung verhindert werden sollte, so wird dies in hervorragender Weise den Bemühungen des Herrn Suschnig, dessen Name stets neben dem Stigers genannt werden wird, zu verdanken sein, welcher, ausgestattet mit einem ausgezeichneten physikalisch-experimentellen Sinne, in geradezu vollendeter Weise die Versuche durchführte, Schritt für Schritt Böllergröße, Bohrungstiefe und -Weite, Trichterform und -Höhe, sowie Größe der Pulverladung experimentell durchprüfte, bis er endlich zum wirksamsten System kam, mit welchem geradezu staunenswerthe Wirkungen erzielt werden.

Wir sahen bei den Wetterschießversuchen in St. Katharein den Luftwirbelring mit einer enormen Geschwindigkeit in die Höhe schießen, fast wie ein Geschoß aus dem Trichter gegen die Wolken fahren, und hörten sein Pfeifen deutlich 20 bis 28 Sekunden lang, sobald mit der ausgeprüften besten Pulverladung und den bestdimensionirten Böllern und Trichtern (vier Meter Höhe) geschossen wurde. Die staunenswerthe Energie des Luftwirbelringes lernten wir aber erst bei den Horizontalschüssen kennen. Es war eine Reihe eigenartiger Scheiben in 40, 60, 80 und 100 m Entfernung aufgestellt. Wo der Ring in

Digitized by Google

diese Scheiben fuhr, warf er die dort hängenden Stangen mit beschwerten Leinwandlappen herab, zerriß die aus dickem Papier verfertigten Scheiben (das Papier hatte einen Zerreißungswiderstand von 12 Kilogramm), riß angenagelte Leisten los, ja brach 3 cm breite und 1,5 cm hohe Leisten entzwei, schleuderte die Bruchstücke weit auseinander — einmal 18 m weit — u. dgl. m. Eine große Dogge, die er einmal traf, überschlug sich zweimal und verlor dadurch alle weitere Lust zum Beobachten.

In dieser mechanischen Kraft des Luftwirbelringes haben wir nun eine Energie gefunden, die eine Möglichkeit bietet, für die Beeinflussung des Hagelbildungsprozesses eine genügende Ursache abzugeben. Leider kennen wir, wie gesagt, den Hagelbildungsprozeß zu wenig, um des näheren die Wirkungsweise dieses Luftwirbels, der sicher über 1500 bis 2000 m hoch hinauf noch eine erhebliche Energie bewahrt, darlegen zu können. Erschütterungen kann er in den Wolken jedenfalls hervorbringen, und es ist leicht denkbar, daß solche Erschütterungen Wirkungen haben, welche den Hagelbildungsvorgang stören oder zerstören.

Sollte es aber nicht noch eine andere Form der Beeinflussung der Hagelbildung durch das Wetterschießen geben, als durch die Schallwellen oder den Luftwirbelring? Es ist jedenfalls auffallend, daß Herr Stiger glaubte — es konnte ein Zufall sein — Erfolge erzielt zu haben, noch ehe er den Trichter anwendete, und daß auch anderswo behauptet wurde und wird, daß auch das Schießen ohne Trichter eine gewisse Wirkung hat. Man hat auch wohl schon die Ansicht ausgesprochen, daß die durch die Schüsse aufsteigende Luft erwärmend wirke, Verdampfung und Schmelzen in den Wolken hervorbringe. Doch das ist physikalisch ganz sicher unmöglich. Wäre es aber vielleicht möglich, daß durch das Schießen der Ausgleich der Elektricität zwischen Wolke und Erde erleichtert wird, daß ein stilles Abfließen der Elektricität zu Stande kommt und so einen, wenn nicht den Hauptfaktor der Hagelbildung beseitigt? Je höher hinauf die Schüsse wirken, desto besser würde dieser Ausgleich vermittelt, desto sicherer wäre die Wirkung, und die beste Wirkung müßten daher die Stiger'schen Apparate in jener vollendeten Ausführung und Anwendung haben, die ihnen Herr Suschnig gegeben hat. Ich weiß, daß ich da Herrn Stigers im Stillen stets bevorzugte Ansicht über die Wirksamkeit des Wetterschießens berührt habe. Auffallend ist allerdings, daß nach dem von Herrn Stiger wiederholt abgelegten Zeugnisse der auffallendste Effekt des Wetterschießens darin besteht, daß es zu blitzen aufhört, sobald geschossen wird. Dieselbe Beobachtung wurde in stärkster Betonung auf dem Kongresse in Casale von vielen Seiten mitgetheilt. Dennoch läßt sich auch hierüber nichts anderes sagen, als daß jedweder sichere Nachweis fehlt, der eine derartige Auffassung als begründet erscheinen ließe. Andererseits ist es sichergestellt, daß, wenn im Nebel geschossen wird, die kleinen Tröpfchen zusammenfließen und herabfallen, so daß nach längerem Schießen über der Schießstelle blauer Himmel sichtbar wird. In Italien will man sogar bemerkt haben, daß auch auf hohe Wolken dieselbe Wirkung ausgeübt wird.

Wie wird daher unsere Stellung zum Wetterschießen zu präcisiren sein? Wir können nicht leugnen, daß in der Energie des Luftwirbelringes die Möglichkeit liegt, den Hagelbildungsprozeß, vielleicht überhaupt den Gewitterprozeß zu beeinflussen, und daraus folgt, daß man das Wetterschießen nicht einfachhin verwerfen kann. Wir fanden vielmehr manche Anhaltspunkte, welche dem Wetterschießen in der neuen Form gar nicht wenig das Wort reden.

Digitized by Google

Referate.

Richard Aſſmann, Beiträge zur Erforſchung der Atmoſphäre mittels des Luftballons. Berlin 1900, Mayer & Müller.

In dieſer, vor kurzem erſchienenen, 161 Seiten Groß-Oktav umfaſſenden Broſchüre hat der Herausgeber eine Reihe von früher ſchon in der „Zeitſchrift für Luftſchifffahrt und Phyſik der Atmoſphäre" abgedruckten Artikeln vereinigt, die einen Theil der in den Jahren 1891 bis 1899 in Berlin zur Ausführung gelangten wiſſenſchaftlichen Ballonfahrten zum Gegenſtande haben. Die einzelnen Abſchnitte behandeln folgende Themata.

1. Die Erforderniſſe einer Ballonfahrt zu wiſſenſchaftlichen Zwecken, von R. Aſſmann. Nach einem kurzen geſchichtlichen Abriß über die Wiederaufnahme der ſeit den Tagen Glaiſher's (1862—1866) völlig ruhenden Forſchungen mittels des Luftballons wird das ältere und neuere Inſtrumentarium und die Ausrüſtung eines modernen Ballonkorbes beſchrieben und die Mitarbeit von Beobachtern meteorologiſcher Stationen während der Fahrt, ſowie die Darſtellung der Reſultate der letzteren eingehend erörtert. Hieran ſchließt ſich

2. eine Bearbeitung der erſten im Rahmen dieſer neuen Unterſuchungen ausgeführten wiſſenſchaftlichen Ballonfahrt vom 30. Januar 1891 von demſelben Verfaſſer.

3. Die erſte Fahrt des „Humboldt" am 1. März 1893. Vorbereitungen und allgemeine Fahrtbeſchreibung vom Premierlieutenant Groß und meteorologiſche Ergebniſſe von Dr. V. Kremſer. Im Anſchluß hieran erläutert

4. R. Aſſmann die Regiſtrirung der Lufttemperatur bei derſelben Auffahrt, wo er die Schwierigkeiten und ungenügenden Ergebniſſe der zur Anwendung gebrachten Apparate darlegt.

5. Überſicht über die erſten 47 in Berlin ausgeführten Ballonfahrten von R. Aſſmann.

6. Die zweite Fahrt des „Humboldt" am 14. März 1893: a. Vorbereitungen und allgemeine Fahrtbeſchreibung vom Hauptmann Groß; b. Überſicht der meteorologiſchen Ergebniſſe von A. Berſon. Dieſe Fahrt war die gefährlichſte der ganzen, ſchließlich auf 75 angewachſenen Reihe, da ſich bei ihr in mehr als 3000 m Höhe das große Landungsventil des Ballons öffnete und nicht wieder ſchließen ließ, ſodaß die beiden Luftſchiffer Groß und Berſon einen fürchterlichen Abſturz erlitten, aber mit verhältnißmäßig unerheblichen Verletzungen davon kamen. Die wiſſenſchaftlichen Ergebniſſe waren hochintereſſante.

7. Die 15. Fahrt des „Phönix" am 1. Juli 1894; Allgemeine Fahrtbeſchreibung von A. Berſon, meteorologiſche Ergebniſſe von R. Süring.

8. Ein Nachtrag ſetzt die Überſicht über die wiſſenſchaftlichen Ballonfahrten bis zum 3. Oktober 1899 fort.

Eine Anzahl von Textkarten und Tafeln mit graphiſchen Darſtellungen erleichtert die Überſicht über den behandelten Inhalt.

Die Publikation iſt, wie wir vernehmen, dazu beſtimmt, um den bei den Fahrten in verſchärfter Weiſe thätig geweſenen Beobachtern des Kgl. Meteorologiſchen Inſtituts als Dank für die hierbei geleiſteten guten Dienſte überwieſen zu werden; ſie war urſprünglich auf weiterer Baſis geplant und bildet gewiſſermaſſen einen Vorläufer des ſoeben bei Friedr. Vieweg & Sohn in Braunſchweig erſcheinenden dreibändigen großen Berichtswerkes „Wiſſenſchaftliche Luftfahrten" von R. Aſſmann und A. Berſon. Manchem, deſſen Mittel

Digitized by Google

oder Interesse eine Beschaffung des umfangreichen, gegen 190 Bogen Klein-Quart umfassenden, dem Kaiser Wilhelm II gewidmeten und überaus vornehm ausgestatteten Werkes unthunlich erscheinen lassen, dürfte sie willkommen sein.

Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

Sonnenringphänomen. Im folgenden erlaube ich mir, Ihnen eine kleine Mittheilung über ein von mir beobachtetes Sonnenringphänomen (das 37. in diesem Jahre, außerdem noch 7 Mondringe) zu machen, welches mir bisher nur aus Abbildungen und den Berichten anderer Beobachter bekannt war. Schon früh zeigte sich der Himmel mit leichten Cirren und Cirrostratus bezogen, welche — ein übrigens seltener Fall — sehr langsam aus SE zogen und einen anfänglich (9,35 a) äußerst schwachen, nur im schwarzen Spiegel (einer mißrathenen photogr. Platte) erkennbaren Sonnenring von 22° Radius erzeugten. Später wurde der Ring deutlicher und bildete schließlich auch für das bloße Auge ein sehr auffälliges Objekt. 11,15 a war rechts und links von der Sonne eine Verbreiterung derselben zu bemerken, und im Spiegel zeigte sich an diesen Stellen eine doppelte Aufeinanderfolge der Farben, während gleichzeitig der ganze Ring eine ovalförmige Figur bildete. Es machte mir den Eindruck, als wenn zwei zur Sonne etwas excentrische, oben und unten sich schneidende Ringe vorhanden wären. Diese Erscheinung findet sich auch in der „Meteor. Zeitschr." von 1896 Seite 183 dargestellt. Die Breite des Ringes rechts und links von der Sonne schätzte ich auf etwa 4°.

11,39 a war diese eigenthümliche Erscheinung verschwunden, während der Ring an und für sich noch bis $12^1/_2$ p sehr deutlich sichtbar blieb und auch später am Nachmittag sich wiederholt in schwächerer Weise bildete.

11,21 a machte ich eine Aufnahme der Erscheinung, habe indessen die Platte noch nicht entwickelt. Sollte die Aufnahme geglückt sein, so würde ich mir erlauben, demnächst einen Abzug davon einzusenden.

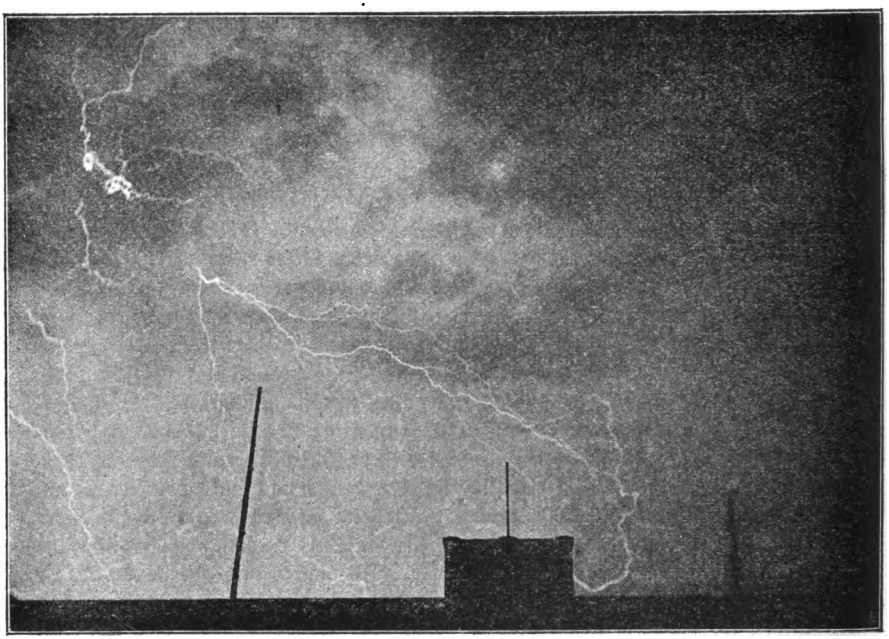
Breslau. Dr. G. Grundmann.

* * *

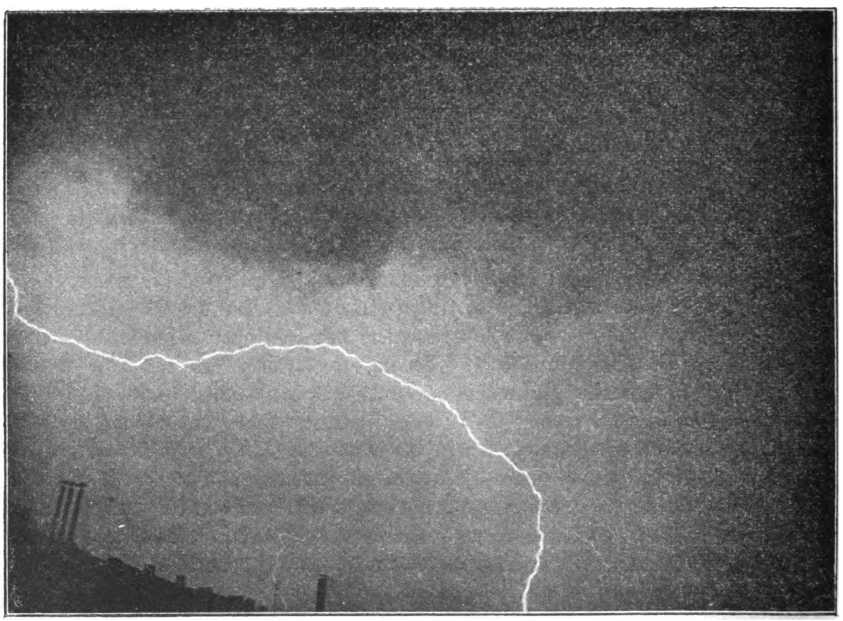
Blitzaufnahmen. Während des am Abend des 6. Juni aus E durch S nach W vorüberziehenden Ferngewitters gelang es mir mit einer Stirn'schen Handkamera einige Blitzaufnahmen zu erzielen, von denen ich mir erlaube, die vier am besten gelungenen zu übersenden.

Von Interesse scheint mir die Aufnahme Nr. 2 zu sein, bei welcher der Blitz anscheinend eine wirkliche Schleife gebildet hat. Da die Entfernung des Gewitters (Dauer zwischen Blitz und Donner) nur in einem einzigen Falle auf 12^s herabging, sonst mindestens 15^s betrug, so ergeben sich cr. 5000 m als Mindestlänge des auf der Platte sichtbaren Theiles dieses Blitzes und als Durchmesser des Strahles cr. 1 bis $1^1/_2$ m; doch ist diese letztere Bestimmung sehr unsicher. Ein besonderes Interesse dürfte vielleicht auch Nr. 4 beanspruchen, insofern dieser Blitz in seinen unteren Partien ein eigenthümliches Aussehen zeigt, wie man besonders auf dem Negativ mittels einer Lupe deutlich erkennt und das sich am meisten wohl mit einer Art Leiter vergleichen läßt, wie man sie z. B. auch als Turngeräth benutzt, ich meine folgende Form

Digitized by Google

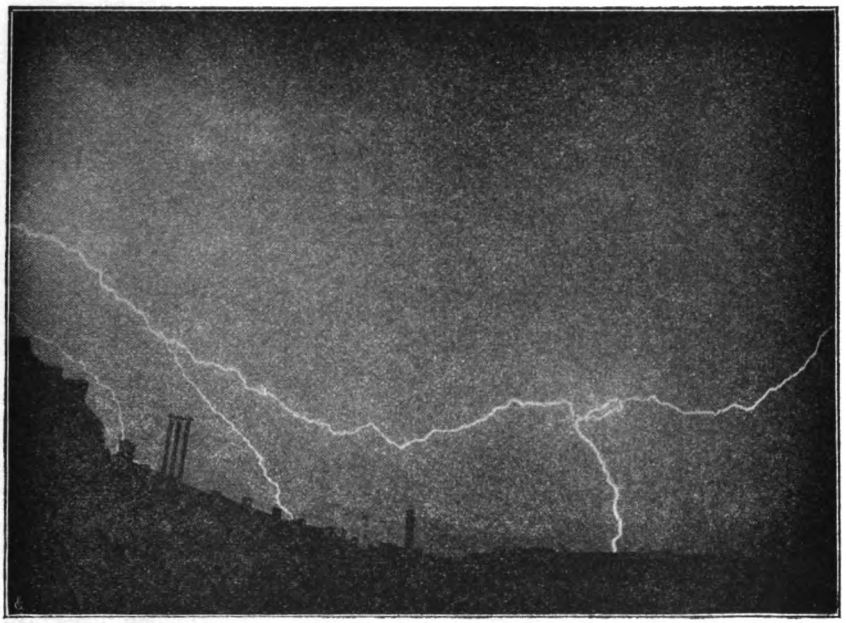


18. Mai 1897. 9 p $37\frac{1}{2}$.

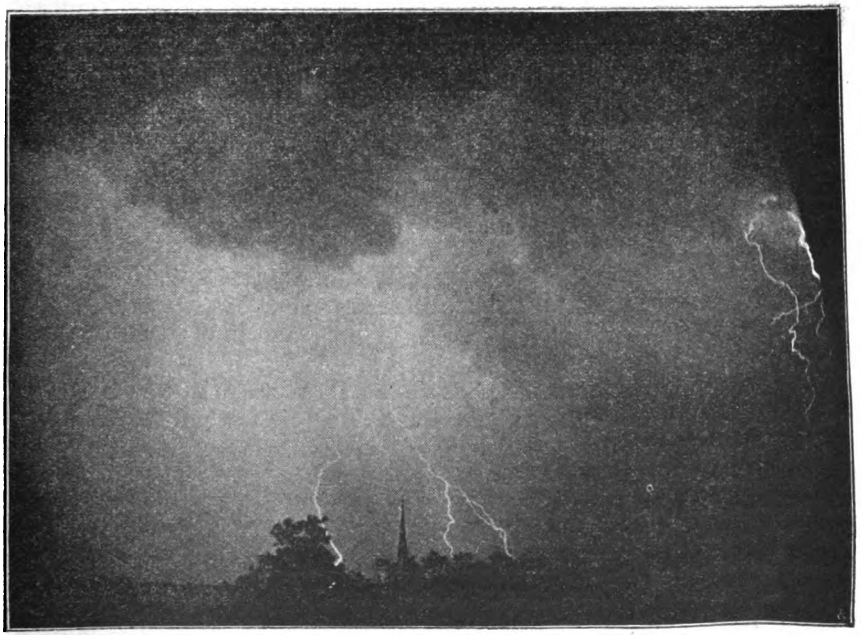


No. 1. — 6. Juni 1900. 8 p 48 M. E. Z.

Digitized by Google

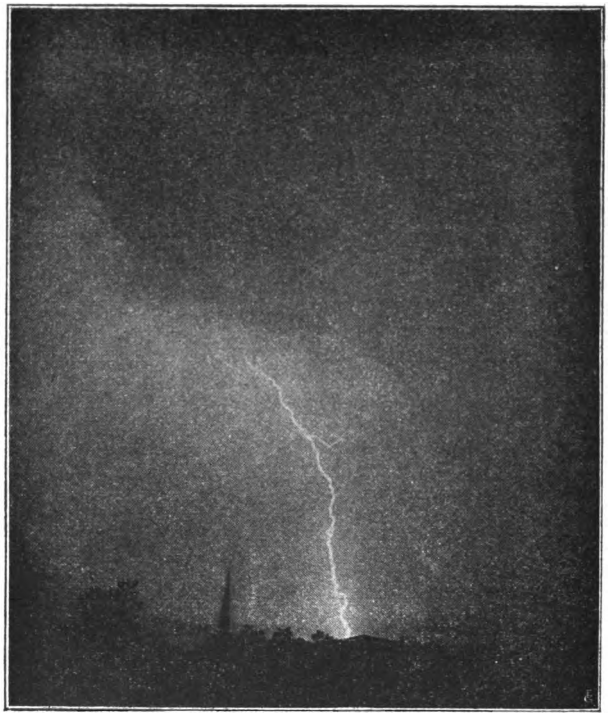


No. 2. — 6. Juni 1900. 8 p $54\frac{1}{2}$ M. E. Z.



No. 3. — 6. Juni 1900. 8 p 59 M. E. Z.

Digitized by Google



No. 4. — 6. Juni 1900. 9p 7 M. E. Z.

In der Kopie ist dies kaum zu erkennen. Auch einige andere Blitze zeigen ganz ähnliche Erscheinungen, doch immer nur in der Nähe der Plattenränder, so daß wohl die minder scharfe Zeichnung des Objektives an diesen Stellen zum Zustandekommen derselben in erster Linie mit beiträgt.

Sehr bedauert habe ich, daß ich damals Niemanden hatte, der an einem anderen Punkte der Stadt korrespondirende Aufnahmen hätte machen können, da, wie ich glaube, derartige gleichzeitige, gewissermaßen steroskopische Bilder eine bedeutend bessere Vorstellung von der wirklichen Form der Blitze geben würden. Ob bereits solche Aufnahmen existiren, ist mir nicht bekannt.

Die fünfte (an den Anfang der Abbildungen gestellte) Aufnahme erhielt ich während des Ferngewitters am Abend des 18. Mai 1897 (des 6. an diesem Tage). Der Blitz zeichnet sich besonders durch seine zahlreichen Verästelungen aus.

Breslau. Dr. G. Grundmann.

* * *

Das Meteorologische Observatorium auf der Schneekoppe, über dessen Ziele und Einrichtungen in der vorigen Nummer dieser Zeitschrift berichtet wurde, soll nunmehr am Montag, den 2. Juli durch eine im engeren Kreise erfolgende Feier eingeweiht werden, zu welcher außer Vertretern des Kultusministeriums einige Mitglieder des Königl. Meteorologischen Instituts unter Führung von dessen Direktor, Herrn Geheimen Ober-Regierungsrathes von Bezold erscheinen werden. Wir werden nicht verfehlen, im nächsten Hefte auf diese Einweihungsfeier zurückzukommen.

Digitized by Google

Aus dem Aëronautischen Observatorium des Königlichen Meteorologischen Instituts.

Von Richard Assmann.

Die unleugbaren Erfolge der in dem vergangenen Jahrzehnt ausgeführten zahlreichen wissenschaftlichen Ballonfahrten für die Kenntnis der Vorgänge und Erscheinungen in der Atmosphäre legten den Gedanken nahe, diese Forschungsmethode zu einer dauernden zu machen und sie zu einem integrirenden Bestandtheile der Arbeiten des Königl. Preußischen Meteorologischen Instituts auszugestalten.

Die ganz erheblichen Kosten, welche mit der Ausführung dieser Ballonfahrten verknüpft waren, die sich, abgesehen von den für einen guten Ballon und die erforderlichen wissenschaftlichen Apparate nöthigen Aufwendungen, selbst für den einfachsten Versuch mittels Leuchtgasfüllung auf mehrere hundert Mark beliefen, ließen sich nach Lage der Verhältnisse bisher dadurch beschaffen, daß Seine Majestät der Kaiser reiche Mittel aus dem Dispositionsfonds hierfür gewährte.

Eine weitere Inanspruchnahme dieser durch den hohen Spender aus persönlichem Interesse an der Sache eröffneten Quelle mußte aber naturgemäß ausgeschlossen werden, als man erkannte, daß man „die Geister, die man gerufen, nicht mehr los werden" könne, daß man vielmehr eine dauernde Einrichtung zur Fortführung und Ergänzung dieser Experimente schaffen müsse; diese hatte naturgemäß in dem Staatshaushalt ihren Platz zu finden.

Die hierauf seitens des Meteorologischen Instituts gerichteten Anträge fanden die Billigung der betheiligten Ministerien und des Landtages und so wurde in den Staatshaushalts-Etat des Jahres 1899 eine einmalige Bewilligung von 50 000 Mk. für „Einrichtung eines fortlaufenden Dienstes zur Erforschung der höheren Atmosphärenschichten mittels Drachen und Drachenballons" eingestellt, während die dauernden Ausgaben durch den entsprechend erweiterten Etat des Königl. Meteorologischen Instituts gedeckt werden sollten.

Es war selbstverständlich, daß man, ehe man an die Einrichtung eines derartigen Dienstes ging, versuchte, das kennen zu lernen, was an anderen Orten in diesem Gebiete bereits geschehen war.

Es ist eine im Werdegang der menschlichen Entwickelung schon oft wahrgenommene Erscheinung, daß fruchtbare Gedanken nicht an

Digitized by Google

einer Stelle und in einem Kopfe entspringen, sondern daß sie als ein Erzeugnis einer zeitgemäßen inneren Nothwendigkeit gewissermaßen, wie man dies auszudrücken liebt, „in der Luft liegen", und daß es nur eines kleinen Anstoßes bedarf, um den Stein in's Rollen zu bringen. So verhielt es sich auch mit der Wieder-Aufnahme der seit den Zeiten von Welsh und Glaisher in Vergessenheit gerathenen Forschungen mittels des Luftballons.

Es ist bekannt, daß die einzigen wirklich ernsten und wissenschaftlichen Untersuchungen mittels des Luftballons seitens der beiden Engländer John Welsh und James Glaisher ausgeführt worden sind, derer ersterer im Jahre 1852 vier, und letzterer in der Zeit von 1862 bis 1866 28 Luftfahrten zu diesem Zwecke unternommen hat. Die Ergebnisse dieser mit Recht berühmt gewordenen Experimente bildeten seitdem die Grundlage für alle atmosphärologischen Untersuchungen und die hieraus gezogenen Schlüsse galten in der ganzen physikalischen Welt so lange als unanfechtbar, bis der weitere Ausbau und die Vertiefung der mechanischen Wärmetheorie Anschauungen zu Tage förderte, die sich mit den Erfahrungs-Resultaten Glaisher's nicht vereinigen ließen.

Nachdem der Verfasser dieser Zeilen im Jahre 1887 das Aspirations-Thermometer erfunden hatte und sich dessen Eigenschaften, selbst in stärkster Sonnenstrahlung Lufttemperaturen zu messen, die frei von den Einflüssen der Strahlung sind, durch Experimente auf hohen Bergen bewährten, lag der Gedanke nahe, daß die im freifliegenden Luftballon bei stärkster Sonnenstrahlung und nahezu gänzlich fehlender natürlicher Ventilation bisher ermittelten Temperaturen durch die Sonnenstrahlung beeinflußt und deshalb erheblich zu hoch sein könnten. Der nächste Schritt war der Entschluß zur Vornahme einer Nachprüfung der Resultate Glaisher's und das Ergebnis der Beweis von deren Irrthümlichkeit und von der Richtigkeit der ihnen widerstreitenden theoretischen Anschauungen*).

Nachdem im Jahre 1888 die ersten Versuche im Ballon mit der neuen Methode ausgeführt waren, nahm im Jahre 1891 eine zusammenhängende Reihe von Luftfahrten ihren Anfang, die bis zum Jahre 1899 75 Aufstiege umfaßte.

Es ist dem Verfasser nicht bekannt, ob das Beispiel der in Berlin unternommenen Arbeiten einen Einfluß auf die im Jahre 1891 erfolgte Inangriffnahme dem gleichen Zwecke dienender Experi-

*) Näheres über die Geschichte der wissenschaftlichen Ballonfahrten s. in dem im Erscheinen begriffenen dreibändigen Berichtswerke „Wissenschaftliche Luftfahrten", herausgegeben von R. Assmann und A. Berson, Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1900.

Digitized by Google

mente in Nordamerika ausgeübt hat, oder nicht, für die Sache selbst ist dies ja auch ohne Belang. Dort widmete sich Herr A. Lawrence Rotch, der mit uns am 24. Oktober 1891 eine wissenschaftliche Luftfahrt ausgeführt hatte, bei der die Vorzüge des Aspirations-Psychrometers von ihm selbst festgestellt wurden, an seinem auf dem Blue Hill bei Boston erbauten meteorologischen Observatorium dem eigenartigen Plane, an Stelle des Gasballons Drachenflächen und an Stelle eines Beobachters einen selbstregistrirenden Apparat in Verwendung zu nehmen. Diese Methode war keineswegs neu, da schon im Jahre 1749 Wilson in Schottland und drei Jahre später Benjamin Franklin sich ihrer gelegentlich bedient hatten, Douglas Archibald im Jahre 1883 sie zur Messung der Windstärke und Alexander Mc Adie im Sommer 1885 und später im Jahre 1891 und 1892 zur Untersuchung der atmosphärischen Elektricität anwandte; später ließ William A. Eddy am Blue Hill Observatory am 4. August 1894 den ersten Richard'schen Thermographen mit Hülfe von 5 Drachen auf 436 m Höhe aufsteigen und seitdem ist dieses Observatorium der Ausgangspunkt zahlreicher und bis zu Höhen über 4000 m hinaufreichender Experimente dieser Art geworden.

Die praktischen Amerikaner erkannten gar bald die Vortheile dieser Methode, die nicht zum wenigsten in ihren verhältnismäßig geringeren Kosten bestehen, und das Weather-Bureau in Washington schritt unter der Leitung des hervorragenden Gelehrten Prof. Marvin bald zur Einrichtung von 17 Drachenstationen, die über das Land vertheilt wurden.

Wenige Jahre darauf schlug das ausgestreute Samenkorn auch in Frankreich Wurzel, indem der hochangesehene gelehrte Meteorologe Léon Teisserenc de Bort auf der Hochebene von Trappes bei Paris aus eigenen Mitteln ein Observatoire de la météorologie dynamique errichtete und dort vornehmlich mit Drachen und mit den ebenfalls seit kurzem verwandten unbemannten Freiballons mit Registrirapparaten — Ballons-sondes genannt — wichtige Untersuchungen ausführte. Dieses in der vorzüglichsten und vollständigsten Art ausgerüstete Observatorium diente dem Verfasser und mit ihm seinem bewährten Mitarbeiter Herrn A. Berson zum vorbereitenden Studium und als Muster für die bei Berlin zu schaffenden analogen Einrichtungen, soweit dies nach den aus der Örtlichkeit und aus den erheblich geringeren Geldmitteln hervorgehenden Verhältnissen möglich war.

Die erste, und zwar die wichtigste Frage für die Einrichtung eines ähnlichen Observatoriums war leider schon vorher entschieden, ehe wir in Trappes Kenntnis von den dortigen Verhältnissen nehmen konnten: die Verlegung der Militär-Luftschiffer-Abtheilung von ihrem jetzigen

Digitized by Google

Gelände am Tempelhofer Felde nach dem Infanterie-Schießplatze bei Tegel und die von beiden Seiten aus einer auch räumlich nicht getrennten Zusammenarbeit zu erwartenden Vortheile führten dazu, daß die enge Nachbarschaft beider Institutionen als eine unerläßliche Bedingung betrachtet wurde. Die schon im September 1898 begonnenen Verhandlungen zum Zwecke der pachtweisen Ueberlassung einer Parzelle des am Tegeler Schießplatze belegenen Schutzrayons an das Königl. Meteorologische Institut waren, als wir im Juni 1899 die Verhältnisse in Trappes studirten, schon zu weit gediehen, um wieder abgebrochen werden zu können, zumal keine Aussicht vorhanden war, ohne ganz erhebliche, im Etat nicht vorgesehene Kosten an anderer Stelle ein geeigneteres Gelände zu erhalten.

Trappes liegt gegen 30 km westsüdwestlich von Paris auf einer weiten waldarmen Hochebene, das Observatoriumsterrain umfaßt einen Flächenraum von 3—4 Hektar und ist, abgesehen von der im Nordwesten verlaufenden benachbarten Eisenbahn, von örtlichen Hemmnissen des Betriebes nahezu völlig frei, das nächstliegende Gehölz befindet sich in mehreren Kilometern Entfernung und die Umgebung besteht ausschließlich aus Äckern mit ganz sparsam verstreuten Gehöften.

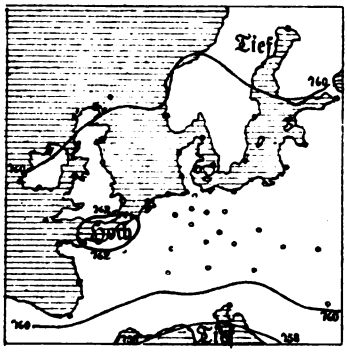
Das dem Meteorologischen Institut überwiesene Observatoriums-Gelände am Tegeler Schießplatze dagegen ist fast vor den Thoren Berlins und zwar in dessen Norden gelegen, sodaß die Entfernung bis zum Mittelpunkte der Stadt, dem Spittelmarkt, nur 8 km beträgt. Außerdem aber ist es im Osten, Süden und Südwesten von dem großen Waldkomplexe umrahmt, der den Namen „Jungfernheide" führt und von 20—25 m hohen Kiefern bestanden ist. Nur nach West zu, wo der eigentliche Schießplatz liegt, fehlt der Wald auf 3 bis 4 Kilometer Entfernung, nach Nordwest ist er gegen 1 Kilometer, nach Nord und Nordost dagegen nur 4—600 m entfernt, im Osten und Südosten tritt er bis auf 150 bis 300 m nahe.

Zunächst folgt hieraus, daß die Luftbewegung aus dem östlichen und südlichen Quadranten in den niedrigeren Schichten eine erhebliche Verminderung erfährt und eine außerordentliche Neigung zur Bildung von Wirbeln und vertikalen Strömungen erhält, welche dem Aufsteigen von Drachen äußerst hinderlich ist. Die in Stärke und Häufigkeit so gleichmäßigen Winde, wie sie das Blue Hill Observatory auf seinem fast 200 m die Umgebung überragenden Hügel nahe der Küste des Atlantischen Oceans hat, deren mittlere Geschwindigkeit 8.4 m p. sec. beträgt, sind unserem Observatorium versagt. Auch in Trappes sind die Winde vermöge der küstennäheren Lage und des Plateau-Charakters der Gegend erheblich stärker und konstanter als bei Berlin.

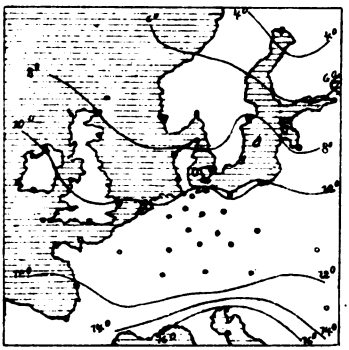
Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.

1900. Heft 7.



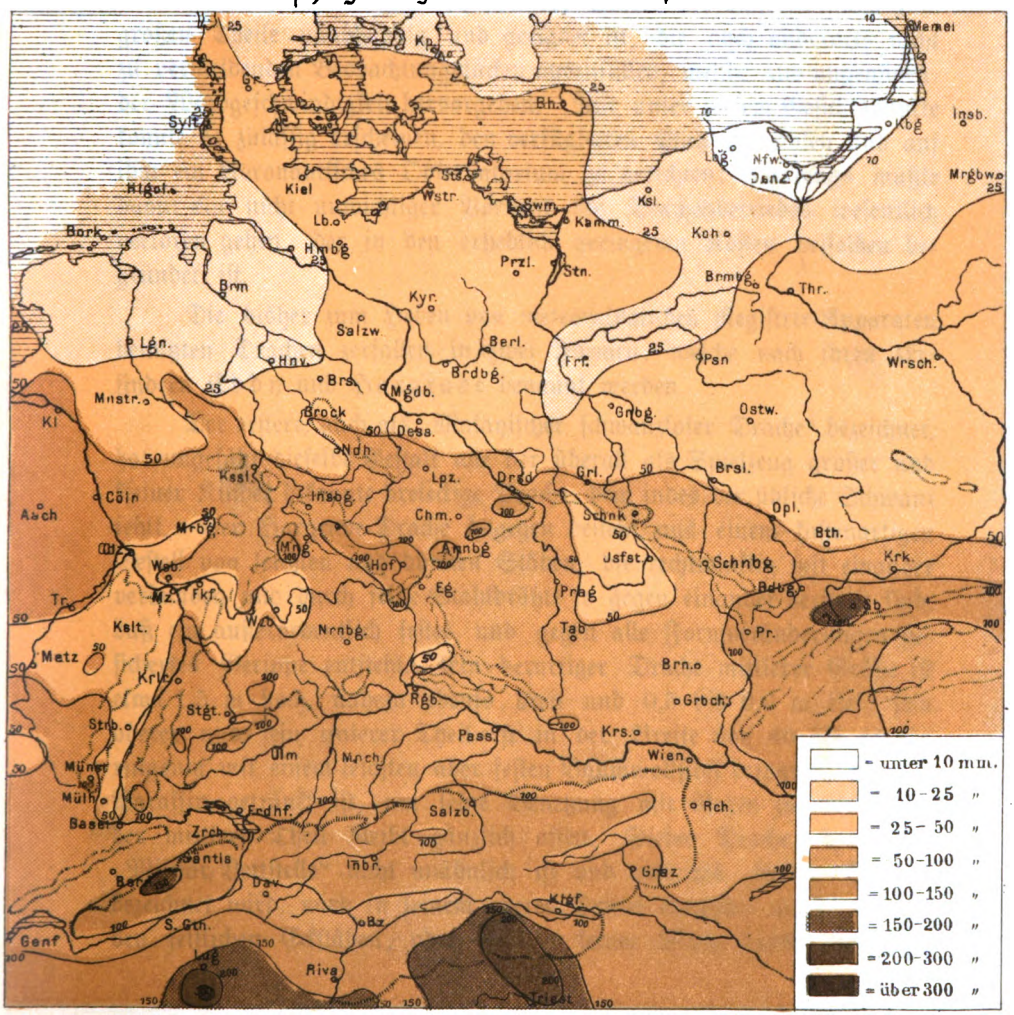
Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen. (C°.)

Mai 1900.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

Die Windgeschwindigkeit von Central-Europa ist in Folge der kontinentalen Lage beträchtlich geringer: ihr Mittelwerth auf dem gegen 100 m die Umgebung überragenden Thurme des Potsdamer Observatoriums beträgt nur 5.5 m p. sec.; hierzu tritt aber noch die niedrige Lage unseres Geländes und die Hemmung des Windes durch die waldreiche Umgebung, sodaß die mittlere Windgeschwindigkeit am Tegeler Schießplatze in der Höhe der Baumkronen kaum mehr als 4 m p. sec., in der Nähe des Erdbodens aber kaum 3 m p. sec. betragen dürfte.

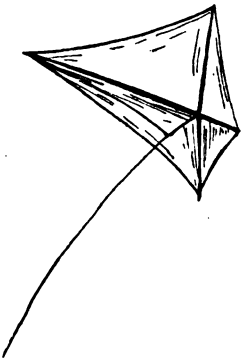
Da zur Hebung von Drachen neuerer Konstruktion erfahrungsgemäß eine Windgeschwindigkeit von wenigstens 5–6 m p. sec. erforderlich ist, würde man gegenüber den anderen Observatorien verhältnismäßig geringe Aussichten für einen einigermaßen zusammenhängenden Betrieb haben, wenn nicht ein neues Hülfsmittel in Gestalt des von von Sigsfeld und von Parseval erfundenen „Drachenballons" vorhanden wäre, das von der Stärke der Luftbewegung zum großen Theile unabhängig und geeignet ist, die auch anderorts nicht zu vermeidenden Beobachtungslücken auszufüllen, welche aus ungenügender Windgeschwindigkeit hervorgehen. Nur unter diesem Gesichtspunkte konnte es zulässig erscheinen, den verfügbaren Platz zu wählen und auf ihm ein Aëronautisches Observatorium zu errichten; allerdings mußte damit ein nicht unwichtiger Vortheil des Drachenbetriebes wesentlich verloren gehen, der in den erheblich geringeren Kosten desselben begründet ist.

Die bisher zum Heben von meteorologischen Registrir-Apparaten benutzten Drachen zerfallen in zwei Formen, welche nach ihren Erfindern Eddy und Hargrave benannt werden.

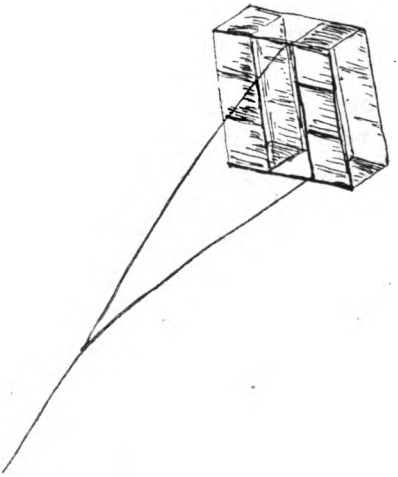
Der erstere, auch als „Malayischer schwanzloser Drache" bezeichnet, hat ungefähr dieselbe Gestalt wie der überall als Spielzeug großer und kleiner Kinder bekannte dreieckige Drache, dem indes der übliche Schwanz fehlt. Der Hargrave-Drache dagegen besteht aus einem kastenartigen Gestell von leichten und dünnen Stäben, die rechtwinklig mit einander verbunden und durch feine Stahldrähte so gegen einander versteift sind, daß ein außerordentlich festes und gegen alle Formveränderungen gesichertes Gerippe entsteht. Ein derartiger Drache mittlerer Größe ist etwa 1,5 m hoch, nahezu ebenso breit und 0,5 bis 0,6 m tief; sein oberer und sein unterer Theil ist in der Breite von 40 bis 45 cm ringsum mit einem leichten aber festen Baumwollstoff bespannt, der mit Paraffin getränkt ist, um seine Benetzung mit Regen zu vermeiden; der mittlere Theil bleibt gänzlich offen. Dieser Drache, der einer „Militär-Bettstelle" nicht unähnlich ist und auch als „Kasten-Drache" bezeichnet wird, wird in seinem oberen Drittel entweder an seinen beiden seitlichen Eckstäben, oder nur in seiner Mitte durch zwei feste

Digitized by Google

Schnüre gefesselt und steigt bei entsprechend starkem Winde außerordentlich leicht „aus der Hand“ auf; hierbei neigt er sich in Folge der Fesselung im oberen Drittel nach vorn über und stellt sich in einen Winkel von etwa 30° gegen die Horizontale. Auf diese Weise wird die beim Stehen obere „Zelle“ zur vorderen und die untere zur hinteren, welche in Folge dessen wesentlich als „Steuer“ des Drachen dient. Der horizontal wehende Wind trifft hierbei außer den beiden unteren auch die oberen Flächen, während die Seitenflächen ebenfalls als „Steuerflächen“ dazu dienen, den Drachen „im Winde“ zu halten. Beistehende Figuren versinnbildlichen diese beiden Drachenformen.



Eddy'scher Drache



Hargrave'scher Drache

Die in Amerika ausgeführten zahlreichen Versuche haben im allgemeinen die Überlegenheit des Hargrave'schen Drachen über den Eddy'schen dargethan, sodaß man fast überall nur noch den ersteren in Verwendung nimmt; seine Vorzüge bestehen in einer erheblich größeren Steifigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen starken Wind, seine Nachtheile aber in der ganz außerordentlichen Sorgfalt, die man bei seinem Bau anwenden muß. Kleine, kaum bemerkbare Verbiegungen oder Unsymmetrien in Gestalt oder Gewicht machen ihn dermaßen unstabil, daß er, statt ruhig im Winde zu stehen, große Seitenschwankungen und gelegentlich gar „Kopfsprünge“ ausführt, besonders dann, wenn die Luftbewegung durch Bildung von Wirbeln gestört ist. So ist, so sonderbar es klingen mag, in der That jeder Drache ein „Individuum“, dessen gute oder schlechte Eigenschaften meist erst durch Versuche zu ermitteln sind und deren Gründe man sehr häufig nicht aufzufinden vermag.

Als Material für die Fesselung der Drachen kommt nach den eingehenden Versuchen von Rotch am Blue Hill nur noch Stahldraht in Betracht und zwar sogenannter „Klaviersaitendraht“, der, aus bestem

Digitized by Google

und härtestem Tiegelgußstahl hergestellt, die größte Bruchfestigkeit mit dem kleinsten Gewicht und der geringsten und glattesten Oberfläche vereinigt.

Folgende einer Publikation von Rotch entnommene Tabelle giebt hierüber einige vergleichende Werthe.

	Durchmesser	Gewicht pro 100 m	Bruchfestigkeit
Geflochtene Angelschnur aus Flachs	3.0 mm	0.75 kg	63.5 kg
„ „ „ Seide	1.5 „	0.05 „	20.4 „
Matratzen-Schnur	1.5 „	0.28 „	22.7 „
Kabel-Schnur	1.5 „	0.29 „	22.7 „
Blockleine	2.1 „	0.46 „	40.8 „
Klavierfaitendraht	0.7 „	0.34 „	90—96 „
„	0.8 „	0.42 „	130—140 „

Hiernach ist eine Leine mehr als doppelt so schwer und mehr als viermal so dick als ein Stahldraht von gleicher Bruchfestigkeit, d. h. um eine solche zu haben, die einen Zug von 130—140 kg auszuhalten vermag, müßte sie 3.6 mm dick und 1.2 kg pro 100 m schwer sein; wie sehr aber das Gewicht bei den großen Längen, die für diesen Zweck gebraucht werden, in Frage kommt, erkennt man leicht, wenn man sich überlegt, daß 10000 m Draht 42 kg, ebensoviel gleichstarke Leine aber 120 kg wiegen würden. Außerdem aber würde der durch den Wind erzeugte Luftwiderstand einer rauhen Leine von 3.6 mm gegenüber einem spiegelglatten Draht von 0.8 mm Durchmesser ein äußerst beträchtlicher sein, dessen Einfluß das Steigen der Drachen arg hemmen müßte.

Die Fähigkeit eines Drachen, in bewegter Luft emporzusteigen, hängt offenbar zunächst von dem durch den Wind auf seine Fläche ausgeübten Druck und dem Winkel, unter dem er auf diese trifft, ab, ferner aber von dem Verhältnis der Größe der Drachenfläche zu dem Gewicht des Drachen und des von ihm zu hebenden Haltedrahtes. Als „wirksame Fläche" des Hargrave-Drachen wird seine ganze Stoffoberfläche abzüglich der Seitenbahnen angesehen; dividirt man durch diese das Gewicht des Drachen, dann erhält man eine Art von „specifischen" Gewichtes, das Gewicht pro Quadratmeter-Fläche, und hiermit ein wichtiges Kennzeichen für die Steigfähigkeit des Drachen: unter sonst gleichen Umständen wird derjenige am besten steigen, dessen Fläche am wenigsten wiegt. Die mit zunehmender Größe der Drachen wachsende Schwierigkeit der Versteifung bewirkt leider eine Verschlechterung dieses Verhältnisses: ein Drache von 1.5 qm Fläche hat im Durchschnitt 0.55 kg, ein solcher von 3 qm Fläche 0.70—0.80 kg Gewicht pro Quadratmeter; hiernach müßte ein kleiner Drache besser steigen als ein großer. Wenn dies aber trotzdem nicht der Fall ist, so liegt der Grund darin, daß das Gewicht des zu hebenden Kabeldrahtes hierbei

Digitized by Google

eine wichtige Rolle spielt. Nimmt man mit Rotch an, daß der Druck eines Windes von 10 m p. sec. Geschwindigkeit bei einem normal fliegenden Drachen, dessen Flächen unter etwa 30° gegen die Horizontale geneigt sind, pro Quadratmeter Drachenfläche 5 kg beträgt, so würde, wenn man unter diesen Voraussetzungen die Hälfte des Zuges für die Horizontal-Komponente in Abzug bringt, ein Quadratmeter ein Gesamtgewicht von 2.5 kg zu tragen im Stande sein, d. h. bei einem Drachen von 1.5 qm Fläche $1.5 \times 2.5 = 3.75$ kg $- 1.5 \times 0.55$ kg $= 0.82$ kg $= 2.93$ kg Draht. Ein größerer Drache von z. B. 3 qm Fläche aber würde $3 \times 2.5 = 7.5$ kg $- 3 \times 0.70$ kg $= 2.1$ kg, also 5.4 kg Draht tragen, bei einem Draht von 0.8 mm Durchmesser und 0.42 kg Gewicht pro 100 mm im ersten Falle also 700, im letzteren 1290 m Draht, ungerechnet den hiervon in Abzug zu bringenden Luftwiderstand auf denselben, der natürlich bei einem längeren Draht größer ist als bei einem kürzeren. Hieraus geht hervor, daß größere Drachen trotz ihres ungünstigeren Eigengewichtes höher zu steigen vermögen als kleinere, solange man nicht wegen der zunehmenden Größe des Winddruckes genöthigt ist, einen stärkeren und deshalb schwereren Draht zu verwenden. Auf der Schwierigkeit einer richtigen Abschätzung dieser Maßnahmen beruht ein großer Theil der Betriebsstörungen, die durch Abreißen der Drachen hervorgerufen werden.

Bekanntlich ist die Berechnung des Luftwiderstandes noch immer nicht von einer erheblichen Unsicherheit befreit, die darin beruht, daß man sich noch nicht darüber einig ist, ob sich derselbe mit der Luftstrom-Geschwindigkeit im quadratischen oder im kubischen Verhältnis ändert. Nimmt man, wie dies meisthin geschieht, an, daß das erstere den Thatsachen entspricht, so folgt daraus Folgendes für unsere Experimente. Wenn eine Windgeschwindigkeit von 10 m p. sec. nach Rotch einen Zug von 5 kg pro Quadratmeter normal exponirter Drachenfläche, d. h. mit 30° Neigung, ausübt, dann giebt Wind von der halben Stärke, 5 m p. sec., nur $^1/_4$ von 5 kg, also 1.25 kg Zug, von $1^1/_2$ facher Stärke, 15 m p. sec., einen solchen von $5 \times 1.5^2 = 11.25$ kg und von doppelter Stärke, 20 m p. sec., von $5 \times 4 = 20$ kg pro Quadratmeter. Man erkennt hieraus, wie eine Zunahme der Windgeschwindigkeit den Druck auf die Drachenfläche außerordentlich schnell steigen läßt, sodaß man bei Verwendung großer Drachen leicht und ohne es vorher beurtheilen zu können, die Bruchfestigkeit des Drahtes überschreiten und diesen damit zum Zerreißen bringen kann.

Bei der zur Vermeidung des Rostens am Aëronautischen Observatorium üblichen Verwendung verzinkter Stahldrähte ist die Bruchfestigkeit um etwa 10% geringer als bei unverzinkten; sie beträgt im Durchschnitt bei einem

Digitized by Google

Durchmesser des Drahtes von	Gewicht pro 1000 m Länge	Bruchfestigkeit
0.7 mm	3.2 kg	83 kg
0.8 „	4.2 „	108 „
0.9 „	5.4 „	135 „
1.0 „	6.5 „	164 „

Verwendet man einen Drachen von 6 qm Oberfläche, so würde dieser nach dem Obigen bei einem Winde von 5 m p. sec. Geschwindigkeit $6 \times 1.25 = 7.5$ kg, bei einem solchen von 10 m p. sec. 30 kg, bei 15 m p. sec. 53 kg, bei einer Geschwindigkeit von 20 m p. sec. aber bereits 120 kg Druck auszuhalten haben, d. h. er würde bei Verwendung eines Drahtes von 0.7 mm Durchmesser und 83 kg Bruchfestigkeit schon bei einer Windgeschwindigkeit von 17 m p. sec. abreißen, während ein 0.8 mm starker Kabeldraht von 108 kg Bruchfestigkeit etwa bei 19 m p. sec. reißen und erst ein Draht von 0.9 mm Durchmesser und einer Bruchfestigkeit von 135 kg den Winddruck aushalten könnte. Allerdings reducirt sich der angenommene Winddruck in denjenigen Fällen, wo er in großen Höhen erfolgt, um den Betrag der abnehmenden Luftdichte, die angenähert dem Luftdruck entspricht: in 2300 m Höhe würde die Luftdichte immerhin schon etwa um $^1/_4$ geringer sein als an der Erdoberfläche, sodaß in dieser Höhe ein Wind von 20 m p. sec. Geschwindigkeit statt 20 kg Druck pro Quadratmeter nur noch einen solchen von 15 kg ausüben würde. Immerhin würde auch in diesem Falle ein Drache von 6 qm Oberfläche noch 90 kg auszuhalten haben, also mindestens eines Haltedrahtes von 0.8 mm Durchmesser bedürfen. Bei dieser Überschlags-Rechnung ist indes vorausgesetzt, daß der Draht nirgends schwächere Stellen enthält, was bei der außerordentlichen Empfindlichkeit dieses spröden Materials gegen Knickungen kaum mit Sicherheit auszuschließen ist; auch bilden die durch „Spleißen" und Verlöthen hergestellten Vereinigungen der nur in Längen von 1000 m erhältlichen Klaviersaitendrähte nur gar zu leicht ähnliche schwächere Stellen, wenn hierbei nicht mit der äußersten Vorsicht verfahren wird. Aus diesem Grunde wird man thunlichst vermeiden, die volle theoretische Bruchfestigkeit der Drähte in Rechnung zu stellen, sondern lieber einen gewissen Sicherheits-Koëfficienten berücksichtigen: in der Wirklichkeit kann aber von diesen Vorsichtsmaßregeln nur selten die Rede sein, da nicht selten Drachen, die wegen schwachen Windes in den unteren Schichten nur mit Mühe zum Steigen zu bringen sind, in größeren Höhen Windgeschwindigkeiten antreffen, die das Reißen des Drahtes unvermeidlich machen.

Auch ist nicht zu vergessen, daß Drachen, um eine nennenswerthe vertikale Höhe zu erreichen, ein ganz beträchtlich längeres Kabel gebrauchen als dieser Höhe entspricht. Wenn ein einzelner großer und

Digitized by Google

verhältnismäßig leichter Drache bei mäßigem Winde bis zur Höhe von 500 m in einem Winkel von 45° aufsteigt, so ist das schon ein recht gutes Resultat, wenn man bedenkt, daß er in diesem Falle einen Draht von 730 m Länge mit einem Gewicht, 0.8 mm-Draht vorausgesetzt, von 3.7 kg zu tragen hat. Diese Länge ergiebt sich daraus, daß bei einem Winkel von 45° die vertikale Höhe nur 0.7 der Drahtlänge beträgt, zu welcher noch der Erfahrungsfaktor von 2% für den „Durchhang" des Drahtes, der eine Kettenlinie bildet, hinzuzurechnen ist. Wesentlich ungünstiger werden aber die Verhältnisse, wenn der Winkel, unter dem der Drache steht, kleiner wird, was bei größeren Höhen und bei der unvermeidlichen Verwendung mehrerer Drachen an demselben Kabel stets eintritt. Folgende kleine Tabelle giebt hierüber Aufschluß, wobei der „Durchhang" außer Rechnung gelassen ist.

Bei einem Winkel										
von 60°	ist die vertikale Höhe	7/8	der Drahtlänge,	5000 m	Draht geben	4400 m	Höhe
„ 50°	„ „ „ „	3/4	„ „	„ „	„ „	3750 m	„
„ 45°	„ „ „ „	7/10	„ „	„ „	„ „	3500 m	„
„ 40°	„ „ „ „	3/5	„ „	„ „	„ „	3000 m	„
„ 30°	„ „ „ „	1/2	„ „	„ „	„ „	2500 m	„
„ 25°	„ „ „ „	2/5	„ „	„ „	„ „	2000 m	„
„ 20°	„ „ „ „	1/3	„ „	„ „	„ „	1683 m	„

Erfahrungsgemäß gehen die Winkel bei größeren Drahtlängen stets unter 30° und nicht selten noch unter 25° herab, sodaß zur Erreichung einer Höhe von 4300 m, wie dies thatsächlich Teisserenc de Bort in Trappes und Rotch am Blue Hill neuerdings gelungen ist, bei einem Winkel von 25° eine Drahtlänge von 10800 m und unter Berechnung des Durchhanges mit 2% sogar von mehr als 11000 m erforderlich ist. Nimmt man an, daß hierbei ein Draht von 0.8 mm Durchmesser in Verwendung genommen ist, so wiegen 11000 m desselben 46 kg, welche zu ihrer Hebung des doppelten Zuges, 92 kg, bedurften; hierzu noch das Gewicht der erforderlichen Drachenflächen mit 0.70 kg, pro Quadratmeter gerechnet, ergiebt sich, daß bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 10 m p. sec. eine Gesamt-Drachenfläche von 21 qm erforderlich gewesen ist, welche, ungerechnet den auf den Draht in seiner ganzen Länge wirkenden Winddruck, einen Gesamtzug von 105 kg ausgeübt haben.

Man erkennt hieraus, daß es nur unter ganz ausnahmsweise günstigen Verhältnissen möglich ist, derartige Höhen mit Drachen zu erreichen, wobei in erster Linie ein Wind von außerordentlich wenig schwankender Stärke in Frage kommt, da bei der engen Annäherung des ausgeübten Zuges an die Grenze der Bruchfestigkeit jede Verstärkung des Windes nur um 2 m p. sec. unfehlbar zu einem Zerreißen des Drahtes hätte führen müssen, wenn nicht die Verminderung des Winddruckes in den größeren Höhen den Zug einigermaßen verringert haben würde.

Digitized by Google

Diese außerordentlich großen erforderlichen Drahtlängen sind denn auch ein sehr wunder Punkt des ganzen Verfahrens, zumal in solchen Fällen ein beträchtlicher Theil des Drahtes auf der Erde aufliegen muß, was nur bei ganz besonders günstigem Gelände ohne Störungen möglich sein dürfte. Befinden sich aber Wälder in der Nachbarschaft des Aufstiegsplatzes, so geräth der Draht unbedingt in deren Zweige und ist dann meist aus diesen nicht wieder frei zu machen, was zum Verlust des ganzen Drahtes und aller Drachen nebst Apparaten führen kann.

Wie schon erwähnt, gelingt es nur durch Anwendung einer größeren Anzahl von Drachen, größere Höhen zu erreichen; man verfährt hierbei in der Weise, daß man zunächst einen größeren oder zwei mittelgroße Drachen, als „Tandem" gekoppelt, aufsteigen läßt und diesen, sobald sie sicher ziehen, den Registrirapparat anhängt. Man läßt nun unter fleißiger Beobachtung des Höhenwinkels die Drachen so viel Draht von der Winde abziehen, als sie nach Lage der Windstärke sicher zu tragen vermögen. Nehmen wir an, der oberste oder die beiden obersten Drachen zusammen haben 5 qm Fläche und wiegen 3.5 kg, mit Befestigungsleinen und einem Registrirapparate im Ganzen 5 kg und seien an einem Stahldraht von 0.8 mm Durchmesser gefesselt. Zum Heben dieser 5 kg ist eine Windgeschwindigkeit von 6—7 m p. sec. Geschwindigkeit erforderlich, die einen Zug von 2 kg pro Quadratmeter, im Ganzen also von 10 kg erzeugt, wovon die Hälfte als Vertikal-Komponente zum Tragen des Gewichtes wirksam wird. Die Drachen würden demnach nicht steigen und auch keinen Draht heben können, sondern besten Falls in geringer Höhe schweben; würde man in diesem Falle den Haltedraht verlängern, so würden die Drachen sofort herabfallen, da sie erstens keine zum Tragen desselben dienende Aufstiegskraft haben, ferner aber durch das Nachlassen des Drahtes die relative Windgeschwindigkeit für die Drachen um ebenso viel Meter per Sekunde verringert würde, als die Ablaufgeschwindigkeit des Drahtes beträgt. Man wird also eine größere Windgeschwindigkeit zum Aufsteigen nöthig haben, die wir z. B. auf 8 m p. sec. annehmen wollen. Mit dieser, die einen Zug von 16 kg auf die 5 qm unserer Drachen ausübt, können 8 kg gehoben werden, d. h. 3 kg, entsprechend 715 m Draht. Läßt man den Draht mit einer Geschwindigkeit von 1 m p. sec. durch die Drachen von der Winde abziehen, so verringert sich der auf sie wirkende Wind um etwa denselben Betrag, d. h. er trifft sie nur noch mit 7 m p. sec. Geschwindigkeit und deren Tragkraft geht auf 6.1 kg herab, wobei noch 250 m Draht gehoben und die Drachen entsprechend an Höhe gewinnen würden. Läßt man den Draht schneller, etwa mit 2 m p. sec. ablaufen, so sinkt die relative

Digitized by Google

Windgeschwindigkeit auf 6 m p. sec. und der Auftrieb auf 4,5 kg: die 5 kg schweren Drachen verlieren also bei dem Nachlassen an Höhe, gewinnen sie aber sofort wieder, wenn man den Ablauf unterbricht, wobei dann sofort die Windgeschwindigkeit von 8 m p. sec. und der Auftrieb von 8 kg eintritt und die Drachen zum „Aufrichten", d. h. zur Gewinnung eines größeren Winkels bringt. Da man aber die Windgeschwindigkeit in den höheren Schichten oft nicht kennt, muß man die Tragefähigkeit der Drachen in der Weise ermitteln, daß man von Zeit zu Zeit den Ablauf des Drahtes unterbricht und nun durch Messung des Höhenwinkels unter Berücksichtigung der abgelassenen Drahtlänge, die man an einem Zählwerke ablieſt, die vertikale Höhe der Drachen angenähert bestimmt. Nimmt diese während der nachfolgenden Pause noch nennenswerth zu, dann sind die Drachen im Stande, noch mehr Draht zu tragen und man kann das Ablassen fortsetzen, bis dies nur noch unbeträchtlich geschieht. Da gemeinhin die Windstärke mit der Höhe beträchtlich zunimmt, kann man meist 1000—1200 m Kabeldraht, zuweilen noch mehr, solchen Drachen aufbürden. Eine weitere Vergrößerung des Drahtgewichtes müßte die Drachen zum Fallen bringen, weshalb man, thunlichst schon *vor* dieser Grenze, einen neuen Drachen mittels einer 20—30 m langen besonderen Leine an dem Draht befestigt und aufsteigen läßt. Ist hierzu ein Drachen von 3 qm Fläche und 2,1 kg Gewicht gewählt, so trägt dieser bei 8 m p. sec. Windgeschwindigkeit 2,7 kg weiteres Kabel, d. h. etwa 650 m, bei mit der Höhe zunehmender Windstärke vielleicht 800 m Draht; auch hier beobachtet man dasselbe Verfahren, um die Grenze zu erkennen, bei welcher ein weiterer Drache nöthig wird.

Nehmen wir nun an, daß auf diese Weise sechs Drachen an demselben Draht von einer Gesamtlänge von 5000 m aufgelassen sind, deren beide oberste in 2500 m Höhe stehen; der Wind betrage bis zu 1000 m Höhe im Mittel 8 m p. sec., von da bis 1500 m 10 m p. sec., bis 2000 m 12 m p. sec. und bis 2500 m 14 m p. sec. Ganz oben befinden sich zwei Drachen mit zusammen 5 qm Fläche, bei 4000 m Kabel ein solcher von 3 qm und gleich große bis 3000, 2000 und 1000 m Drahtlänge. Unter der Voraussetzung eines durchschnittlichen Winkels von 30° befindet sich

			unter Berücksichtigung der Luftdichte aber
der unterste Drachen	in 500 m Höhe	und übt einen Zug von 9.6 kg aus,	9.0 kg
der zweite „	„ 1000 m „	„ „ „ „ „ „ 9.6 kg „	8.4 kg
der dritte „	„ 1500 m „	„ „ „ „ „ „ 15.0 kg „	12.5 kg
der vierte „	„ 2000 m „	„ „ „ „ „ „ 21.6 kg „	17.8 kg
die beiden obersten	„ 2500 m „	„ „ „ „ „ „ 49.0 kg „	37.0 kg
		104.8 kg	84.7 kg

Hiernach haben die obersten 1000 m Draht einen Zug auszuhalten von 37.0 kg
die nächst tieferen „ „ „ „ „ „ 54.8 kg

Digitized by Google

die nächst tieferen 1000 m Draht einen Zug auszuhalten von 67.3 kg
die nächst tieferen „ „ „ „ „ „ 75.7 kg
die untersten „ „ „ „ „ „ 84.7 kg

Hieraus geht hervor, daß die untersten Drahtstücke den stärksten Zug auszuhalten haben und demgemäß ganz besonders gefährdet sind, was nach dem Vorschlage von Teisserenc de Bort durch Verstärkung derselben in zweckentsprechendster Weise kompensirt wird. In dem vorliegenden Falle würden, um mit einer guten Sicherheit arbeiten zu können, die obersten 1000 m aus Draht von 0,7 mm Durchmesser (83 kg Bruchfestigkeit), die nächsten 2000 m aus 0,8 mm (108 kg) und die untersten aus 0,9 mm Draht (135 kg Bruchfestigkeit) zu wählen sein. Für größere Drahtlängen darf man aber nicht außer Acht lassen, daß an den obersten Drachen noch das Gewicht des ganzen Drahtes hängt, das in dem als Beispiel gewählten Falle schon 22.2 kg betragen, die oberste Drahtverbindung mit den Drachen also mit $37.0 + 22.2$ kg $= 59.2$ kg belasten würde. An dieser Stelle liegt denn auch ein mit großer Vorsicht zu behandelnder schwacher Punkt des Systems, der in vielen Fällen zur Bruchstelle wird.

Wir haben im Vorstehenden eine etwas eingehendere Darstellung der bei dem methodischen Arbeiten mit Drachen in Frage kommenden Verhältnisse gegeben theils aus dem Grunde, weil in deutschen Meteorologen-Kreisen verhältnißmäßig wenig hierüber bekannt ist, theils deshalb, um zu zeigen, daß der kindliche Sport des „Drachensteigenlassens" in dieser Form etwas mehr wie „Vergnügen", vielmehr eine meist recht mühsame und viel Überlegung erfordernde, häufig aber sogar eine recht aufregende Beschäftigung ist, zumal dann, wenn die Folgen des Verlustes von Registrir-Apparat, Draht und Drachen derartige sind, wie an dem Observatorium bei Tegel, wo ausgedehnte Waldungen in der näheren Umgebung, zahlreiche Straßen mit elektrischen und Pferdebahnen, Eisenbahnen, Telephondrähten u. s. w. bei jedem Aufstiege die Möglichkeit eines Schadens von 8—900 Mark recht nahe rücken.

Die schon eingangs erwähnten Schwierigkeiten, die dem Betriebe mit Drachen aus der „windschwachen" Lage des Aëronautischen Observatoriums erwachsen, können zu einem Theile dadurch beseitigt werden, daß dem „Drachenballon" ein thunlichst weiter Spielraum gewährt wird.

Der „Drachenballon" ist ein cylindrischer Hohlkörper, der durch halbkugelförmige Flächen an seinen beiden Enden abgeschlossen und mit Wasserstoffgas gefüllt ist. Ein kugelförmiger Ballon, der an einem Kabel gefesselt ist, steigt bei windstillem Wetter senkrecht in die Höhe, und zwar so weit, als er vermöge seines „Auftriebes" im Stande ist, Kabel zu heben. Sein Auftrieb wird bemessen durch den Gewichts-

Digitized by Google

unterschied des eingeschlossenen Gases gegen das des gleichen Volumens atmosphärischer Luft. Ein Kubikmeter Luft wiegt bekanntlich bei 760 mm Barometerstand und einer Temperatur von 0^0 in der Breite von Berlin 1293.63 Gramm, ein Kubikmeter reinen Wasserstoffgases 89.608 g: hiernach würde der „Auftrieb" des letzteren 1204.022 g betragen. In der Praxis kann man indes nur mit einem solchen von 1100 g oder 1.1 kg rechnen. Schließt man das Gas in eine möglichst gasdichte Hülle ein, wozu sich gummirte Seide oder Baumwolle am besten eignet, so muß dasselbe das Gewicht der Hülle tragen, wobei zu bedenken ist, daß dieses bei kleinen Ballons verhältnismäßig größer ist als bei solchen von größerem Volumen und zwar aus dem einfachen Grunde, daß die Oberfläche der Hülle im quadratischen, das Volum aber im kubischen Verhältnis wächst. So hat ein Ballon von 1 m Durchmesser eine Oberfläche von 3.141 qm und einen Inhalt von 0.523 cbm, ein solcher von 2 m Durchmesser eine Oberfläche von 12.566 qm und einen Inhalt von 4.184 cbm. Große Ballons haben deshalb erhebliche Vortheile für den „Auftrieb" vor kleinen.

Nehmen wir das Gewicht des Ballonstoffes auf 200 g pro qm an, dann wiegt ein Ballon von 1 m Durchmesser 600 g, während sein Gas von 0.5 cbm Volum nur 550 g trägt: der Ballon würde also keinen Auftrieb haben, also nicht steigen. Bei 2 m Durchmesser wiegt die Hülle 2.5 kg und sein Gas trägt 4.5 kg, der Ballon hätte demnach einen Auftrieb von 2 kg. Ein großer Ballon von 14 m Durchmesser hat eine Oberfläche von 616 qm, die 123 kg wiegt, und einen Inhalt von 1435 cbm; eine Füllung mit Wasserstoffgas würde demnach 1570 kg heben und nach Abzug des Ballongewichtes von 123 kg einen Auftrieb von 1447 kg besitzen. Diesem würde man also ein Gewicht von gleicher Größe zu tragen geben können.

Steigt aber ein Ballon auf, so nimmt das Gewicht der von ihm verdrängten Luft in demselben Maße ab, als der Luftdruck sinkt: unter gleichen sonstigen Verhältnissen hat es nur den halben Werth von 1.293 kg, also 0.646 kg, wo das Barometer statt 760 mm einen Stand von $\frac{760}{2} = 380$ mm ergiebt, was in einer Höhe von etwa 5600 m der Fall ist. Hiernach kann ein gefesselter Ballon durchaus nicht diejenige Kabellänge tragen, als seinem Anfangsauftrieb an der Erdoberfläche entspricht, sondern erheblich weniger.

Wenn bei windstillem Wetter ein kugelförmiger Fessel-Ballon aufsteigt, kommt allein sein ihm nach Tragung des Kabels verbleibender Auftrieb als Vertikalkraft in Frage; weht aber Wind, so wirkt auf ihn, entsprechend der Größe seiner Oberfläche, eine horizontale Kraft ein, die ihn von der Senkrechten ablenkt, und zwar in dem Maße, daß

Digitized by Google

nun die beiden Kräfte, die vertikale des Auftriebes und die horizontale des Windes mit einander in Konkurrenz treten: sind beide gleich stark, so stellt sich der Ballon in einen Winkel von 45°, wird der Wind stärker, so wird der Winkel kleiner und kann schließlich bis auf 0° herabgehen, d. h. der Ballon würde trotz seines Auftriebes auf die Erde herabgedrückt werden. Aus diesem Grunde ist der Wind der Feind des gefesselten Kugelballons und macht ihn nur allzuhäufig unbrauchbar.

Hier nun hat die Erfindung des Drachenballons bis zu gewissen Grenzen eine Abhülfe geschaffen, indem man den Ballon derartig herrichtete, daß er dem Winde eine „Drachenfläche" entgegenstellt, die, wie bei anderen Drachen, eine Hebung des Ballons durch den Wind zur Folge hat. Der cylindrisch geformte Drachenballon ist in der Weise gefesselt, daß seine Unterfläche einen Winkel von 30—35° gegen die Horizontale bildet, der Wind also mit einer Vertikalkomponente auf ihn einwirkt.

Eine Drachenfläche muß in erster Linie eine gewisse Unveränderlichkeit der Form besitzen, was bei einem aus Stoff bestehenden und mit Gas gefüllten Ballon unter der Wirkung des Windes nicht ohne Weiteres der Fall ist; ein Kugelballon z. B. würde, wenn er nicht vollkommen prall gefüllt ist, sofort eine „Dalle" bekommen, die dem Winde einen erheblich größeren Widerstand bietet als seine konvexe Kugeloberfläche. Bei einer Drachenfläche aber würde eine derartige Deformation die ärgsten Störungen hervorrufen.

Das Mittel, welches die Erfinder des Drachenballons hiergegen in Anwendung bringen, ist ein geniales: der Innenraum des Ballons wird durch eine bewegliche Stoffwand, in ein sogenanntes „Ballonet", in zwei Theile getrennt, deren vorderer resp. oberer das Gas enthält; der hintere, kleinere Ballonetraum steht mittels einer an der Unterfläche des Ballons befindlichen Öffnung, in der ein sogenanntes Stoffventil angebracht ist, das nur das Eintreten von Luft, nicht aber deren Wiederentweichen gestattet, mit der äußeren Luft in Verbindung und füllt sich unter dem Einflusse des Windes, gegen den sich der Ballon natürlich richtet, selbstthätig mit Luft an und drängt dabei das Ballonet soweit nach vorn gegen den Gasraum, daß dieser stets prall gefüllt bleibt, so lange sich das Ballonet weiter entfalten kann. So bietet der Drachenballon einen mit stärker werdendem Winde immer praller gefüllten und dadurch gegen Eindrücken seiner Oberfläche geschützten cylindrischen Körper dem Winde dar, wobei er in Folge seiner schräg aufwärts gerichteten Fesselung als ein Drache wirkt. Zur Erhöhung der Stabilität, die besonders für Kriegszwecke zum Rekognosciren nöthig ist, hat der Drachenballon an seinem hinteren Theile einen ebenfalls automatisch durch den Wind mit Luft gefüllten

Digitized by Google

Steuersack und einige zu einem Schwanz vereinigte Windtrichter; zur Vergrößerung der Drachenfläche dienen einige seitwärts angebrachte mit Schnüren gefesselte Flügel.

Während der Drachenballon seinen militärischen Aufgaben in vorzüglicher Weise gerecht wird, da es hierbei auf Erreichung großer Höhen nicht abgesehen ist, bietet seine Verwendung für wissenschaftliche Zwecke mannichfache Schwierigkeiten. Will man mit ihm durch die angehängten Instrumente größere Höhen erforschen, so sind die Bedingungen thunlichster Leichtigkeit, möglichst kleiner Oberfläche, größter Gasdichtigkeit und Festigkeit des Stoffes zu erfüllen, was nach dem oben Ausgeführten am besten durch große Ballons erreicht werden könnte. Dem stehen jedoch zunächst die für die Füllung erforderlichen erheblichen Gaskosten entgegen, die bei einem häufigen Gebrauch dieses Hülfsmittels ganz beträchtlich werden müßten. Da ein Kubikmeter Wasserstoff, dessen Lieferung zu den Selbstkosten die Luftschiffer-Abtheilung übernommen hat, einen Preis von 0.50 Mk. hat, würde die Füllung eines Ballons von 400 cbm Inhalt jedesmal 200 Mk. beanspruchen, was bei einem Bedarf von nur 150 Füllungen im Jahre schon 30000 Mk. erheischen würde, ein Betrag, der dem Aëronautischen Observatorium auch entfernt nicht zur Verfügung steht.

Man muß deshalb kleinere Formen wählen, und so begannen unsere Experimente mit einem Ballon von nur 37 cbm Inhalt, der übrigens trotz seines geringen Volumens die ansehnliche Länge von 9.64 m und einen Durchmesser von 2.5 m besitzt. Als wirksame Drachenfläche nimmt man den Flächeninhalt des halben Projektions-Rechtecks des Ballons an, der für den genannten 11 qm beträgt. Die Wirkung des Windes ist demnach auch hierbei schon eine beträchtliche, da sie bei Wind von 10 m p. sec. Geschwindigkeit 55 kg, bei einem Anwachsen auf 15 m p. sec. aber schon 93 kg erreichen würde. Obwohl man zwar im Allgemeinen bei solchen Windstärken nicht den Ballon, sondern Drachen für den Aufstieg wählen würde, ist es doch, besonders im Sommer, wo starke Gewitterböen nicht selten sind, kaum zu vermeiden, daß diese Beanspruchungen hin und wieder eintreten, die, wenn ein Abreißen des Ballons vermieden werden soll, Kabel von genügender Bruchfestigkeit verlangen. Ein Stahldraht von 1.0 mm Durchmesser, der eine Bruchfestigkeit von 164 kg hat und 6.5 kg pro 1000 m wiegt, ist deshalb für einen sicheren Betrieb erforderlich.

Der erste von der Ballonfabrik von A. Riedinger in Augsburg, die das Patent des Drachenballons besitzt, gelieferte Ballon von 37 cbm Inhalt war aus gummirter Baumwolle konstruirt und wog mit seinen Halteschnüren 25 kg, mit einem Registrir-Apparat und weiteren Leinen 27 kg. Füllt man diesen mit 37 cbm Wasserstoffgas, die 40 kg zu

Digitized by Google

tragen vermögen, so hat der Ballon 13 kg Auftrieb, würde demnach rund 2000 m Kabeldraht von 1.0 mm Durchmesser zu heben vermögen. Da sich aber bei dem Aufsteigen das Gas in gleichem Schritte mit der Abnahme des Luftdrucks ausdehnt, müßte es schon sehr bald entweichen, wenn ein Ventil vorhanden ist, oder im anderen Falle der Ballon zerreißen. Das durch das Ventil verloren gegangene Gas kann aber selbstverständlich nicht mehr mittragen und der Auftrieb verringert sich in Folge dessen. In einer Höhe von 2000 m würden sich die ursprünglichen 37 cbm um fast ein Viertel, d. h. um 9 cbm ausgedehnt haben und diese durch das Ballonventil ausgetreten sein. Da aber in der gleichen Höhe das Gewicht der verdrängten 37 cbm Luft nicht mehr $37 \times 1.293 = 42.8$ kg, sondern ebenfalls ein Viertel weniger, also nur 30 kg beträgt, so würde der Ballon hier nur noch 3 kg, d. h. kaum 500 m des Stahldrahtes zu tragen vermögen. Das auf diese Weise nutzlos vergeudete Gas kann man aber sparen, indem man dem Ballon nur so viel davon giebt, als er bei der größten erreichbaren Höhe fassen würde und es dem Winde überläßt, durch Erweiterung des Ballonetraumes den leerbleibenden Theil des Gasraumes auszufüllen und dem Ballon so seine Form zu erhalten. Giebt man dem Ballon nur 27 cbm Gas, das 30 kg trägt, so steigt er bei 27 kg „todter Last" zwar nur mit 3 kg Auftrieb empor und hebt nur 500 m Draht, aber er behält diesen Auftrieb von unten an unverändert bis zu dieser Höhe, wo die 27 cbm Gas zu 37 cbm geworden sind.

Ein Auftrieb von 3 kg und eine Höhe von 500 m sind aber offenbar keine zweckentsprechenden Werthe, obwohl jeder auch noch so schwache Wind dem Ballon, der in dieser Höhe gewichtslos ist, einen gewissen Auftrieb als Drache verleihen müßte. Nun ist aber ein Drachenballon kein Drache, was im Wesentlichen darauf beruht, daß er vermöge seiner Gestalt dem Winde einen viel beträchtlicheren „Stirnwiderstand" entgegensetzt, den man bei Drachen bis auf das geringste Maß herabzusetzen sucht. In Folge dessen wird die durch die Winkelstellung des Ballons bedingte Vertikal-Komponente beträchtlich auf Kosten der Horizontal-Komponente verkleinert: der Drachenballon wird also, wenn auch gewichtslos, nicht, oder nur ganz wenig steigen und die Drachenfläche wirkt dann nur noch dem Niedergedrücktwerden durch den Wind entgegen, wie dies beim Kugelballon der Fall sein würde, wenn sein Auftrieb $= 0$ ist.

Will man nicht einen größeren Ballon verwenden, was ja aus den oben genannten Gründen vortheilhaft, aber kostspieliger wäre, dann muß man das Ballongewicht zu vermindern trachten. Unter diesem Gesichtspunkte erfolgten denn auch langdauernde Versuche mit leichteren Stoffen, die zu dem Resultate geführt haben, daß ein aus doppelter

Digitized by Google

Seide mit dazwischengepreßter Kautschuklage hergestellter Ballon gleicher Größe statt 25 kg nur 15 kg wog, womit ein Auftrieb von vollen 10 kg gewonnen wurde. Die Herstellungskosten aber wuchsen hierdurch von 700 Mark auf fast 1800 Mark an. Füllte man diesen Ballon, der mit Apparat u. s. w. 17 kg wog, mit 27 cbm Gas, so hätte er 13 kg, d. h. wirklich 2000 m Draht von 1.0 mm Durchmesser heben müssen. Leider aber stellte sich bald heraus, daß man bei dieser Gewichtserleichterung die Grenze der ausreichenden Gasdichtigkeit schon überschritten hatte, indem die zur Verwendung gelangte Gummilage von nur 40 g pro qm des Stoffes nicht genügend war, um das Gas länger als einige Stunden im Ballon zu halten. Es sind also neue Versuche erforderlich, bei denen das Gewicht auf 20 kg steigen und dem Ballon nur einen Auftrieb von 8 kg, entsprechend etwa 1200 m Kabeldraht gewähren dürfte.

Nun wurde aber ferner beabsichtigt, ein weiteres Steigen des Drachenballons in derselben Weise wie bei den Drachen dadurch zu ermöglichen, daß man, noch ehe er seinen Auftrieb erschöpft hat, an seinen Draht Drachen anbindet, die weitere Drahtstücke tragen sollen. Allerdings gehört hierzu wiederum Wind von 6—7 m p. sec. Geschwindigkeit, wenn nicht die Drachen, statt zu tragen, selbst von dem Ballon getragen werden sollen, was die entgegengesetzte Wirkung haben müßte. Bei stärkerem Winde aber nimmt man Bedenken, die an sich schon große Winddruckfläche des Ballons noch durch Drachenflächen zu vergrößern und so die Gefahr des Drahtbruches zu steigern.

Aus diesem Dilemma kann man nicht anders herauskommen, als indem man grundsätzlich zu größeren Drachenballons übergeht, dabei allerdings die Anschaffungs- und Gaskosten, außerdem die Bruchfestigkeit und Schwere des Drahtes und die zum Einholen erforderliche Maschinenkraft entsprechend erhöht. So würde ein Ballon von 64 cbm Inhalt, der eine Drachenfläche von gegen 17.5 Quadratmetern und mit Apparat etwa 32 kg Gewicht hat, mit 45 cbm Wasserstoffgas gefüllt, die 50 kg tragen, einen Auftrieb von 18 kg haben und gegen 2300 m eines Drahtes von 1.1 mm Durchmesser mit fast 200 kg Bruchfestigkeit und 7.8 kg pro 1000 m Gewicht tragen. Günstiger noch aber würde ein Ballon von 100 cbm Inhalt sein, der eine Fläche von 24 qm und mit Apparat ein Gewicht von 45 kg hat: füllt man diesen mit 70 cbm Wasserstoffgas, das 77 kg trägt, so betrüge sein Auftrieb 32 kg, womit 3000 m eines Drahtes von 1.3 mm Durchmesser, 10.8 kg pro 1000 m Gewicht und 270 kg Bruchfestigkeit gehoben werden könnten; in dieser Höhe würden sich aber die eingefüllten 70 cbm Gas auf rund 100 cbm ausgedehnt und so den Ballon vollständig gefüllt haben. 150 derartige jährliche Füllungen würden aber die Gaskosten auf

Digitized by Google

5250 Mark, eine zwar beträchtliche, aber allenfalls noch erschwingliche Summe, die Anschaffungskosten eines seidenen Ballons auf wenigstens 3000 Mark erhöhen.

Eine noch weitere Vergrößerung des Ballons müßte zwar die Verhältnisse noch erheblich verbessern, aber auch nicht nur die Kosten, sondern auch die Bedienungsschwierigkeiten bedeutend vergrößern; man wird deshalb die im Aëronautischen Observatorium mit Drachenballons unter günstigen Bedingungen erreichbare größte Höhe auf höchstens 3000 m beziffern dürfen. (Fortsetzung folgt.)

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im Mai 1900.

Die Witterung war im Mai, wie in den voraufgehenden Monaten, sehr unfreundlich und wenig frühlingsmäßig. Zwar traten die Niederschläge zurück, aber um so ungünstiger und wechselvoller gestalteten sich die Temperaturverhältnisse, so daß man zeitweise glauben konnte, um ein bis zwei Monate in der Jahreszeit zurückversetzt zu sein. Besonders hartnäckig war der Temperaturrückgang, der um die Tage der Eisheiligen auftrat und sich bis gegen das letzte Monatsdrittel fortsetzte. Einige interessante Bemerkungen über diese dauerhafte Kälteperiode hat Herr Prof. Dr. Assmann bereits im 5. Heft dieser Zeitschrift (S. 111—116) gebracht, so daß ich mich bei der Schilderung des Witterungsverlaufes kurz fassen darf.

In der ersten Woche des Mai stand Mitteleuropa unter dem vorwaltenden Einfluß anticyklonaler Winde; bei heiterem Himmel stieg die Temperatur seit dem 3. bedeutend über die normale, so daß sie am Morgen des 8. dieselbe stellenweise um mehr als 10^0 übertraf. Am Abend des 7. bereitete sich ein Umschwung vor, indem sich eine Depression von Westen her gegen Mitteleuropa fortbewegte und in Verbindung mit einem Maximum über dem Nordwesten einen kalten-nördlichen Luftstrom hinter sich herzog. Die Temperatur fiel rasch ab und ging am 11. in ganz Norddeutschland sogar unter den Gefrierpunkt herab. Nach einer kurzen Hebung der Temperaturkurve erfolgte ein neuer Rückgang, als sich eine neue Depression von Süd-Westen her über das Alpengebiet nach Rußland bewegte. Am 15. Mai, als sie über den Ostalpen lag, trat überall Schneefall auf, und bei Nordost- und Ostwinden sank die Temperatur in Süddeutschland mehr als 10^0 unter die normale. Seit dem 17. stand die Nordseeküste unter dem Einfluß einer ausgedehnten Depression über Skandinavien, an deren Südwestseite stürmische nordwestliche Winde mit Schnee-, Graupel- und Hagelböen (am 18.) auftraten. Erst am 21. erfolgte eine vorübergehende Erwärmung, als sich das bis dahin stationäre Luftdruckmaximum von Westen her näherte und Mitteleuropa ostwärts durchwanderte. Bei nördlichen Winden trat (stellenweise nach Gewittern) erneute Abkühlung ein, und die Witterung blieb dann bis zum Monatsschluß bei häufig wechselnden Luftdruckverhältnissen meist unbeständig und kühl.

In Folge der Kälteperiode vom 8. bis 21. Mai wurde der Temperaturüberschuß des Monatsanfangs mehr als ausgeglichen. Die Temperatur lag fast überall $\frac{1}{2}$ bis 1^0, in der Schweiz und am Bodensee bis $1\frac{1}{2}^0$ unter dem normalen Monatsmittel.

Die Temperatur der mittleren Dekade war um 4^0 bis 5^0 zu niedrig. Im südwestlichen Theil des Gebiets war die erste Pentade die wärmste des ganzen

Digitized by Google

Monats, ein für den Mai sehr ungewöhnliches Verhalten. Die Temperaturkurve hätte für diese Gegenden auch einem Herbstmonat angehören können. Im nordöstlichen Deutschland übertraf die 5. Pentade die übrigen um so mehr, je nordöstlicher die Lage. Die höchsten Temperaturen ereigneten sich westlich der Elbe schon am 6., östlich davon, sowie an einigen Orten Süddeutschlands am 22. Überall überstieg das absolute Maximum 25°, es gab aber nur ein paar vereinzelte Sommertage. Nur in Erlangen und Nürnberg lag das Maximum (am 7.) etwas über 30°. Die Minimaltemperaturen waren dagegen fast allgemein negativ, besonders in niederen Lagen trat bei nächtlicher Ausstrahlung verderblicher Frost ein; Obstblüthe und Gartengewächse erlitten dabei den größten Schaden. Die niedrigste Temperatur im Flachland hatte Lauenburg in Pommern am 11. (—7.0°), im südwestlichen Deutschland und in Nordost-Frankreich traten die tiefsten Temperaturen noch später (am 20.) ein, um so verhängnisvoller für die Vegetation. Commercy an der Maas hatte am 20. sogar —4.0° als absolutes Temperaturminimum des Monats! An den Hochstationen sank die Temperatur verhältnismäßig nicht so tief als in den Niederungen.

Die Niederschläge sind wiederum im Allgemeinen zu klein ausgefallen. Besonders herrschte im Gebiet der Nordseeküste und im äußersten Nordosten Dürre, weil nur $^1/_5$ der normalen Menge fiel. Die Abweichung war sonst geringer, durchschnittlich wurde doch $^2/_3$ des normalen Betrages gemessen, in Süddeutschland war das Deficit noch kleiner. Die Niederschlagshäufigkeit blieb aber auch hier meist bedeutend hinter der normalen zurück. Die Schneefälle am 15. und 16. sind schon erwähnt, sie erstreckten sich über ganz Deutschland. Die Zahl der Schneetage belief sich auf dem Wendelstein (1727 m) noch auf 15, auf der Schneekoppe (1600 m) nur auf 8 (Brocken 4).

An ausgedehnteren und heftigen Gewittern fehlte es dem Monat vollständig. Nur lokale Erscheinungen dieser Art traten in der letzten Dekade auf. Der Bericht der kgl. bayerischen Centralstation erwähnt, daß dieser Mai in Bayern der gewitterärmste seit 1880 war und daß die Zahl der Hagelmeldungen den nur 7. Theil der normalen betrug.

Die Bewölkung war außer im Bereich der Küste zu klein.

Dr. W. Meinardus.

Der wettertelegraphische Dienst für die deutsche Landwirthschaft*).

Bericht über die Berathung vom 29. und 30. Mai d. J. auf der Seewarte zu Hamburg.

Von Prof. Dr. R. Börnstein-Berlin.

Bereits im Jahre 1880 hat der Deutsche Landwirthschaftsrath in seiner VIII. Plenarversammlung einen Beschluß gefaßt, welcher die Einführung eines wettertelegraphischen Dienstes fördern sollte. In ähnlichem Sinne wurde von der nämlichen Körperschaft auf der XXVII. Plenarversammlung zu Dresden am 22. Februar 1899 beschlossen, bei dem Herrn Reichskanzler die Einberufung einer Konferenz zu beantragen, in welcher die gleiche Aufgabe behandelt werden sollte. Diese Versammlung trat nach Berufung durch den Herrn Staatssekretär des Innern am 29. in Hamburg zusammen und berieth unter Leitung des Direktors der Seewarte, Herrn Wirklichen Geheimen Admiralitätsraths Professors Dr. von Neumayer, zwei Tage lang über die vorgelegte Frage. Vertreten waren

*) Aus „Mittheilungen der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft".

Digitized by Google

das Reichsamt des Innern, das Reichsmarineamt, das Reichspostamt, die preußischen Ministerien des Kultus, der Landwirthschaft und des Innern, der Deutsche Landwirthschaftsrath, die Deutsche Landwirthschafts-Gesellschaft, der Bund der Landwirthe, sowie neben der Seewarte die staatlichen meteorologischen Anstalten von Preußen, Bayern, Württemberg, Sachsen, Baden, Mecklenburg-Schwerin, Bremen und Elsaß-Lothringen, das Hamburger Physikalische Staatslaboratorium; ferner war noch eine erhebliche Anzahl von namhaften Landwirthen und Meteorologen geladen.

Nach Eröffnung der Versammlung durch den Vorsitzenden, Herrn Geheimrath von Neumayer, und nach einer Begrüßung seitens des vom Herrn Staatssekretair des Innern entsandten Vertreters sprachen die Herrn Erk (München), Schmidt (Stuttgart), Hergesell (Straßburg), Schultheiß (Karlsruhe), Leß (Berliner Wetterbureau), Schreiber (Chemnitz), Polis (Aachen), van Bebber (Hamburg) und schilderten die Einzelheiten und bisherigen Erfolge der bereits in einigen Theilen Deutschlands bestehenden Einrichtungen zur Förderung des Witterungsdienstes. Hierbei wurde erwähnt, daß man in Württemberg das thatsächliche Beobachtungsmaterial aus dem Auslande (Schweiz, Frankreich) durch kostenfreie Depeschen empfängt, während die Reichs-Telegraphenverwaltung diesen Vortheil bisher nicht erlangen oder gewähren konnte. Ferner kam zur Sprache die leider in früherer Zeit geschehene Überschätzung der Vorhersagungen und der unvermeidlich erfolgte Rückschlag in Folge getäuschter Hoffnungen. So wird in Sachsen seit 1887 keine Prognose mehr ausgegeben, während sie früher durch die Betriebstelegraphen der Eisenbahn verbreitet und an allen Stationen angeschlagen wurde. Jetzt beschränkt man sich dort darauf, die Vorhersagen innerhalb des meteorologischen Instituts aufzustellen und zu prüfen. Auch in Baden hat man, und zwar schon 1884, mit der Ausgabe telegraphischer Wettervoraussagungen aufgehört. Professor van Bebber erwähnte ausdrücklich, daß der Erfolg der Wettervorhersagung seit Ende der siebziger Jahre sehr bedeutend gestiegen sei, in den letzten Jahren aber kaum noch eine erhebliche Steigerung gezeigt habe. Es sei jetzt namentlich dahin zu wirken, daß man möglichst vollständiges Beobachtungsmaterial so frühzeitig als thunlich bekannt gebe und die Empfänger daran gewöhne, die Voraussagen selbstständig zu finden.

Nachdem noch einige Herren gesprochen und namentlich die von verschiedenen Seiten gestellten und unten erwähnten Anträge erörtert hatten, schritt man zur Bildung zweier Ausschüsse, welche die beiden der Versammlung gestellten Hauptaufgaben gesondert berathen sollten, nämlich die Frage nach der Ausgestaltung der wissenschaftlichen Grundlagen für die Wettervorhersage und die nach Ausgestaltung und Nutzbarmachung der Vorhersagen. Beide Ausschüsse traten am Nachmittag zusammen und legten das Ergebnis ihrer Berathungen in Protokollen nieder, welche am folgenden Tage von der Versammlung berathen und in mehreren Einzelheiten vervollständigt wurden.

Bemerkt sei hier, daß beim Niederschreiben dieses Berichtes das Protokoll des ersten (sog. „wissenschaftlichen") Ausschusses noch nicht gedruckt vorlag und daher vielleicht in formellen Einzelheiten nicht ganz genau wiedergegeben ist.

Der erste Ausschuß tagte unter Vorsitz des Herrn Professors Köppen (Hamburg) und bestand aus einem Vertreter der Postverwaltung, Postrath Fritzsche (Hamburg), und den Meteorologen Börnstein, Hergesell, Schmidt, Schreiber, Schultheiß. Ihre Berathung führte zu folgenden Beschlüssen:

Digitized by Google

„1. Was die Leistungsfähigkeit der heutigen Prognosenstellung betrifft, so erscheint die Wettervorhersagung für den nächsten Tag in der bisherigen Weise und mit so viel Sicherheit, daß den betheiligten Kreisen, insbesondere der Landwirthschaft, Nutzen daraus erwachsen kann, unausführbar. Doch soll vor Überschätzung der Sicherheit gewarnt werden, z. B. hat das Vorausfagen rasch eintretender Witterungsumschläge sich bisher als recht schwierig erwiesen.

Eine Vorausfagung auf mehrere Tage oder für noch längere Zeit ist zunächst nur als Gegenstand der Forschung zu betrachten und noch nicht für praktische Ausnutzung in Erwägung zu nehmen.

Eine Verbesserung der Wettervorhersagung kann erhofft werden von wissenschaftlichen Untersuchungen:

a) über den Zustand der höheren Luftschichten, dargestellt mittels der Beobachtungen auf Gipfelstationen, mit Drachen und Ballons (Intensität der Sonnenstrahlung),

b) über den Zusammenhang der Niederschläge und Gewitter mit der allgemeinen Wetterlage (Typen) und den örtlichen Bedingungen, sowie mit der Jahreszeit, ferner

c) durch Ausdehnung des wettertelegraphischen Dienstes auf Island, die Azoren und die Iberische Halbinsel.

2. Eine Beschleunigung der telegraphischen Berichterstattung ist zu erstreben durch Ausdehnung des jetzigen Systems der Telegrammbeförderung auf den noch übrigen Nordwesten, sowie auf den Süden und Osten Europas. Ist eine Ausgabe der Vorhersage an die Empfänger bis 12 Uhr mittags auf die bisherige Weise nicht sicher zu stellen, so wäre die Verlegung der Morgenbeobachtung auf einen um eine Stunde früheren Zeitpunkt in Aussicht zu nehmen.

3. Meteorologische Nebenstellen werden als wünschenswerth erachtet. Das jetzige „erste Wettertelegramm", welches die Morgenbeobachtungen der Stationen enthält, ist durch Hinzunahme einiger Stationen zu vergrößern, um als Grundlage örtlicher Wettervorhersagung zu dienen. Diese wird an der Nebenstelle durch eine Persönlichkeit von geeigneter wissenschaftlicher Ausbildung auf Grund des „ersten Wettertelegramms" aufgestellt unter Hinzunahme von Beobachtungen aus der Nachbarschaft.

Die zweite Aufgabe der Nebenstelle ist die Herstellung und Verbreitung täglicher Wetterkarten in möglichst großer Zahl und mit möglichster Geschwindigkeit.

Es ist rechtzeitig dafür zu sorgen, daß Personen von ausreichender Vorbildung und in genügender Zahl für diese Leistungen vorhanden sind".

Der zweite Ausschuß tagte unter Vorsitz des Geheimen Regierungsrathes Herrn Dr. Müller vom preußischen landwirthschaftlichen Ministerium. Es nahmen die meisten der zur Berathung erschienenen Landwirthe theil, insbesondere die Herren André (Braunsdorf), Bley, Freiherr von Cetto-Reichertshausen (München), Dr. Dade (Berlin), Engelbrecht (Obendeich), Himburg (Fienerode), Freiherr von Soden-Frauenhofen (Neu-Frauenhofen), u. A., außerdem Herr Postrath Köhler (Berlin) und von Meteorologen die Herren van Bebber (Hamburg), von Bezold (Berlin), Erk (München), Leß (Berlin), Polis (Aachen). Die Beschlüsse dieses Ausschusses lauteten nach der Berathung in der Versammlung folgendermaßen:

„1. Die meteorologische Berichterstattung ist eine Angelegenheit allgemeinen öffentlichen Interesses. Ihre Organisation wird daher im Wesentlichen auf Staatskosten zu begründen sein.

Digitized by Google

2. Soweit es sich um die Verbreitung der wettertelegraphischen Nachrichten für die Zwecke der Landwirthschaft handelt, werden folgende Forderungen aufgestellt:

a) Es müssen sowohl Wetterkarten wie Wetterprognosen ausgegeben werden.

b) Die Wetterkarten und Prognosen sind auf Grund der Nachrichten der Deutschen Seewarte und weiterer Ergänzungen durch lokale Nebenstellen anzufertigen, welche in den einzelnen Bundesstaaten staatlich zu organisiren sind.

c) Soweit staatliche Institute in der erforderlichen Zahl und in der geeigneten Lage zur Zeit noch nicht bestehen, können auch private Institute dem Zweck der Wetternachrichtenverbreitung dienstbar gemacht werden.

d) Die Verbreitung der Wetterprognosen soll unabhängig von derjenigen der Wetterkarten so früh wie möglich erfolgen.

e) Die Verbreitung soll derartig organisirt sein, daß sowohl die Wetterkarten wie die Wetterprognosen direkt an alle Postanstalten auf Staatskosten gelangen. Die Nachrichten (Prognosen und Karten) sollen an den betreffenden Ämtern öffentlich angeschlagen werden.

f) Eine Verbreitung darüber hinaus durch private Abonnements soll daneben bestehen bleiben. Soweit durch bestimmte Körperschaften (Landwirthschaftskammern, landwirthschaftliche Bezirke u. s. w., Vereine, Kreise, Provinzen) für größere Landestheile Gesammtabonnements bestellt werden sollten, wird eine Verbilligung dieser Abonnements für erwünscht erklärt".

Außerdem lag eine Reihe von Anträgen vor, zu deren eingehender Besprechung die Zeit mangelte. Man beschränkte sich also darauf, dieselben nach kurzer Begründung durch die Antragsteller zur Kenntnis zu nehmen und im Allgemeinen zu billigen. Einige dieser Anträge seien hier genannt. Es schlugen vor: Herr Freiherr von Cetto, den Unterricht in der Wetterkunde auf niederen, besonders auch an den Hochschulen auszudehnen und so das Verständnis für den Prognosendienst zu verbreiten; Herr Dr. Dade, zum gleichen Zweck in Schule und Presse, namentlich aber in kleineren Provinzialzeitungen aufklärend zu wirken; Herr Engelbrecht, Regenkarten für die einzelnen Monate und außerdem genaue Anbaukarten zu veröffentlichen, um daraus klimatische Kenntnisse und vermehrte Sicherheit der Wettervorhersagung zu gewinnen; Herr Dr. Leß, Postkarten, namentlich mit Niederschlagsmeldungen, den Nebenstellen aus den Bestimmungsbezirken in genügender Zahl täglich zugehen zu lassen.

Die Versammlung trennte sich in der Hoffnung, gute Erfolge für das Gemeinwohl verbreitet zu haben, und mit lebhaftem Danke gegen den allverehrten Vorsitzenden, der trotz soeben überstandener Krankheit mit unverminderter Frische und Freudigkeit sein mühevolles Amt verwaltet hatte. Der Schreiber dieser Zeilen glaubt Namens der betheiligten Meteorologen hinzufügen zu dürfen, daß von diesen besonders angenehm die Gelegenheit zu gemeinsamer Berathung mit so vielen kenntnisreichen und thatkräftigen Landwirthen empfunden wurde, und daß es gewiß von den besten Folgen wäre, wenn diese beiden Berufsarten, die so selten zusammenkommen und doch so viel Gemeinsames zu besprechen haben, auch in Zukunft häufiger vereinigt würden.

Digitized by Google

In den Postanstalten des Deutschen Reiches wurde kürzlich folgende Mittheilung angeschlagen:

Telegraphischer Wetternachrichtendienst.

„Es wird beabsichtigt, den telegraphischen Wetternachrichtendienst neu zu regeln. Mit der Änderung wird namentlich eine erhebliche Ermäßigung der Bezugsgebühren verbunden sein, um die Benutzung der Einrichtung weiteren Kreisen als bisher zugänglich zu machen.

Die Beobachtungen, welche die Grundlagen für das neue System der Wettertelegraphie bilden, werden sich zunächst auf das nordwestliche Europa einschließlich Deutschlands erstrecken; es wird voraussichtlich angängig sein, die wichtigsten Nachrichten aus diesem Gebiete den Interessenten täglich zwischen $9^1/_2$ und 10 Uhr vormittags telegraphisch zu übermitteln. Dieser Theil des neuen Wetterberichts wird aus einer Tabelle bestehen, welche die Wetterangaben von jeder Beobachtungsstation in zwei Chiffergruppen enthält, und zwar von etwa

17 deutschen, 4 englischen, 2 französischen, 1 niederländischen, 2 dänischen, 2 norwegischen und 4 schwedischen Stationen.

Ein zweites zwischen 10 und 11 Uhr vormittags zu beförderndes Wettertelegramm wird eine kurze Übersicht der Witterung und eine Wettervorhersage (Prognose) enthalten.

Der Bezugspreis ist, zunächst versuchsweise, für den vollständigen telegraphischen Wetterbericht (beide Telegramme) auf 30 Mk.; für die Tabelle (1. Telegramm) allein auf 20 Mk. und für die Witterungsübersicht mit Prognose allein (2. Telegramm) auf 10 Mk. monatlich festgesetzt worden. Das Abonnement auf den bisherigen Wetterbericht kommt mit Einführung des neuen Abonnements — voraussichtlich vom 1. Mai ab — in Wegfall.

In den Bezugspreisen der Hafen-Wettertelegramme und der Sturmwarnungstelegramme tritt eine Änderung vorerst nicht ein.

Das neue System wird sich besonders für die Landwirthschaft in hervorragender Weise nutzbar machen lassen, wenn in allen wichtigeren Orten auf Grund der Wettertabelle der Deutschen Seewarte Wetterkarten angefertigt und außerdem sachverständige lokale Beobachtungen angestellt werden. Die Wettertelegramme und die lokalen Beobachtungen würden die Aufstellung von Wettervorhersagen für ein enger umschriebenes Witterungsgebiet (sog. Lokalprognosen) ermöglichen. Auf welche Weise und unter welchen Bedingungen die Lokalprognosen den einzelnen Interessenten am schnellsten zuzuführen sein werden, unterliegt noch der Erwägung der betheiligten Behörden.

Sämtliche Postanstalten mit Telegraphenbetrieb nehmen Abonnements auf die neuen Wetterberichte entgegen."

Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

Trombe. Mittwoch, den 27. Juni, beobachtete ich auf der Kieler Föhrde, landeinwärts unter einem hoch gethürmten Cu-Ni eine wurmförmige, in der Mitte geknickte Trombe, die südlich von Kiel von der Wolkenbasis bis zum Horizont herabreichte. Wirbelartige Drehung war nicht zu erkennen. Bald wurde sie in der Mitte heller, machte nun den Eindruck einer Röhre, und löste sich auf. Eine Viertelstunde später erschien nicht weit davon eine zweite Trombe, die sich zertheilte, ehe sie zur Erde gelangte. Später starker Regen.

Erfurt. F. Treitschke.

Digitized by Google

Aus dem Aëronautischen Observatorium des Königlichen Meteorologischen Instituts.

Von Richard Assmann.

(Schluß.)

Betrachten wir nun die übrigen für den Betrieb des Aëronautischen Observatoriums nöthigen, theils schon vorhandenen, theils noch zu schaffenden Hilfsmittel.

Zunächst ist hier ein Unterkunftsraum für die Ballons, Drachen und andere Utensilien, die größeren Raum beanspruchen, eine „Ballonhalle" zu erwähnen. Eine solche, die aber wegen ihrer aus rohen gestülpten Brettern bestehenden Konstruktion mehr den Namen eines „Ballonschuppens" verdient, ist mit thunlichster Sparsamkeit erbaut worden: sie ist 16 m lang, 10 m breit und 8 m hoch, und besitzt nach dem Ballonplatze zu zwei große Schiebethore, fast in der vollen Breite der Giebelwand. Sie ist im allgemeinen, trotz ihres unschönen Aussehens und einer schweren Stürmen vielleicht nicht ganz gewachsenen Sicherheit, zweckentsprechend gebaut.

Von besonderer Wichtigkeit aber wurde die Anlage einer Einrichtung, die geeignet war, die für den Dienst aus der näheren Umgebung erwachsenden Schwierigkeiten thunlichst zu beseitigen.

Wie wir oben erwähnt haben, ist das Gelände in der Umgebung des Observatoriums nur nach West zu auf größere Entfernung hin offen und waldlos, während in allen übrigen Richtungen hochstämmiger Kiefernwald steht. Außer den hieraus hervorgehenden Schwierigkeiten, die in der Schwächung des Windes und der Neigung zum Entstehen von Luftwirbeln beruhen, kommen noch die Hemmnisse und Gefahren in Frage, die bei dem Drachenbetriebe dem Fesseldraht, den Drachen und den angehängten Apparaten drohen.

Ein Drache, der bei kräftigem Winde aufsteigt, hebt zunächst seinen Haltedraht in steilem, mehr als 50—55° betragendem Winkel an, sodaß derselbe schon in 25—30 m Entfernung von den Kronen der gegen 25 m hohen Kiefern frei bleibt. Bei zunehmender Höhe der Drachen aber, oder wenn der Wind ungleichmäßig ist oder schwächer wird, nimmt die Größe des Winkels schnell und ganz beträchtlich besonders in dem untersten Stück ab, da der Draht in Gestalt einer Kettenlinie hängt. So kommt es denn, daß derselbe nicht selten auf

Digitized by Google

lange Strecken hin, die hunderte von Metern betragen können, horizontal, oder mit ganz geringer Steigung verläuft und dadurch entweder selbst mit mehreren hundert Metern entfernten Bäumen in Berührung geräth, oder über offenes Feld hin ganz nahe dem Erdboden ausgespannt ist. Im ersteren Falle verfängt er sich außerordentlich leicht unter den Zweigen und ist oft kaum mit der größten Mühe wieder von ihnen zu befreien, im letzteren bildet er ein störendes und unter Umständen sogar gefährliches Verkehrshindernis, besonders für Reiter, da man den dünnen Draht gemeinhin kaum wahrnimmt. In letztgenannter Beziehung ist nun die Nachbarschaft eines Truppen-Übungsplatzes, wie es der östliche Theil des Tegeler Schießplatzes ist, ganz besonders unvortheilhaft, da die im Pachtvertrage ausdrücklich ausgeschlossene „Störung militärischer Übungen" geradezu unvermeidlich sein würde.

Aus diesem Grunde, der sich mit aller Bestimmtheit bei den Vor-Experimenten im Laufe des Herbstes 1899 während des Baues des Observatoriums erkennen ließ, mußte auch von dem ursprünglichen Plane abgesehen werden, der in der Verwendung einer „fahrbaren" Kabelwinde bestand, die bei der sandigen und unebenen Bodenbeschaffenheit des Schießplatzes und bei ihrem nothwendiger Weise bedeutenden Gewicht nicht anders als auf den Schienen einer kleinen Feldbahn hätte laufen können. Überlegt man, daß unter Umständen, besonders wenn man mit größeren Drachenballons arbeiten muß, ein Zug von 500 kg von dem Kabel ausgeübt werden kann, so erhellt, daß die Winde, welche diesen Zug auszuhalten hat, ein ganz beträchtliches Gewicht haben muß, um nicht umgestürzt zu werden. Eine Feldbahn, die ein Geleise von 400 m Länge nach Ost zu entlang der Grenze des Schießplatzes, und ein zweites von etwa 300 m Länge nach der Mitte des Platzes nach N zu hätte, würde den Bedürfnissen im allgemeinen recht gut entsprochen haben: diese Anlagen wären mit etwa 3500 Mark Kosten zu beschaffen gewesen. Wider Erwarten verweigerte das General-Kommando des Gardekorps, dem der Schießplatz unterstellt ist, die Erlaubniß zur Anlage dieser Feldbahn grundsätzlich.

Obwohl die ursprünglich überlassene Fläche von nur 1 ha Inhalt in Folge eines nachträglich gestellten Ersuchens fast auf das Doppelte vergrößert wurde, blieb doch die nur 100 m betragende Breite des Geländes viel zu gering, um mit ähnlichen Einrichtungen, wie sie in Trappes getroffen sind, arbeiten zu können. Dort ist in der Mitte des Platzes, von den Seiten gegen 90 m entfernt, ein drehbares Windenhaus aufgestellt, das auf einem Radkranz, wie eine Drehscheibe stehend, ohne Schwierigkeit nach jeder Himmelsrichtung gerichtet werden kann. Das Häuschen ist auf einer Seite offen und enthält eine eiserne Kabelwinde, deren Trommel mehr als 10000 m Klaviersaitendraht auf-

Digitized by Google

nehmen kann, der, über ein Dynamometer und ein Zählwerk laufend, aus der offenen Seite des Häuschens nach den Drachen hin austritt; da die Windrichtung, abgesehen von seltenen und nicht beträchtlichen Ausnahmen, dem Standorte der Drachen entgegengesetzt ist, ist das Innere des Hauses gegen Wind und Regen geschützt, während die „im Lee" befindliche offene Seite den freien Verkehr gestattet.

Da bei hohen Aufstiegen, wo viele und große Drachen erforderlich sind, der Zug eine nicht unbeträchtliche Größe annimmt, ist eine Bedienung der Kabelwinde mit Menschenkraft nicht ausführbar. Herr Teisserenc de Bort hat deshalb vor die Winde einen 3—4pferdigen Elektromotor gesetzt und läßt sie durch diesen mittels Riemenübertragung in Bewegung setzen. Ein 6pferdiger Benzinmotor, der in einem etwa 60 m entfernt gelegenen Maschinenhause aufgestellt ist, erzeugt mittels einer Dynamomaschine entsprechender Stärke den Strom für den Elektromotor, der unterirdisch durch Kabel nach dem Windehause geleitet wird; außerdem versorgt er sämtliche Gebäude des Observatoriums mit elektrischem Glühlicht.

Diese überaus bequeme und sicher funktionirende Einrichtung konnte auf unserem Gelände nicht in Frage kommen, da der verfügbare Raum kaum 50 m betragen würde, viel zu wenig, um bei dem durch den umliegenden Wald bewirkten Windschutz Drachen zum Aufsteigen zu bringen.

So blieb, da die „fahrbare Winde" leider ausgeschlossen war, nur ein einziger Ausweg übrig, der darin besteht, daß man einen Thurm oder ein Gerüst errichtet, hoch genug, um über die umliegenden Baumkronen hinauszuragen, und daß man von dieser Höhe aus das Kabel oder den Draht auslaufen läßt, der die Drachen oder Ballons fesselt.

Die Vortheile dieser Einrichtung beruhen in Folgendem.

1. Unter normalen Verhältnissen wird das unterste Stück des Kabels selbst bei niedrigen Höhenwinkeln der Drachen frei von den Baumkronen bleiben.

2. Eine Sperrung des benachbarten Geländes, besonders des zu Truppenübungen benutzten Theiles des Schießplatzes, ist fast gänzlich ausgeschlossen, da eine Senkung des Drahtes bis zum Erdboden nur ganz ausnahmsweise, und dann nur für eine kurze Strecke und für kurze Zeit eintreten kann.

3. Ein Thurm von 27 m Höhe, wie er in unserem Falle erforderlich war, giebt von seiner Plattform aus eine weite, auch über die umgebenden Wälder hinausreichende Übersicht des Geländes und ermöglicht hierdurch, die Stellen zu erkennen, an denen abgerissene Drachen u. s. w. niederfallen.

Digitized by Google

4. Ein solcher Thurm dient als ein ausgezeichnetes Observatorium für wichtige meteorologische Beobachtungen, unter denen an erster Stelle die Registrirung der Richtung und Geschwindigkeit des Windes zu nennen ist. Ferner aber muß die Kenntnis der Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse in der untersten Luftschicht als eine unentbehrliche Grundlage für die Bewerthung der in den höheren Schichten gemessenen analogen Werthe gelten.

Ihre Nachtheile sind, daß man nicht ohne eine komplicirte und sehr kostspielige Konstruktion den obersten Theil des Thurmes drehbar machen kann und daß alle Manipulationen mit dem Draht und den Drachen von der Plattform des Thurmes aus nicht in so einfacher Weise vorgenommen werden können, wie mit einer dem Erdboden nahen Winde.

Die Winde selbst konnte nach dem Arbeitsplane des Observatoriums, in welchem dem Drachenballon ein großer Spielraum zugewiesen ist, nicht anders als mit Maschinenkraft betrieben werden, da man sich darauf gefaßt machen mußte, gelegentlich bei dem Einholen einen Zug von 400 – 500 kg überwinden zu müssen. Sollte dies nur mit einer Geschwindigkeit vom 1 m p. sec. erfolgen, so verlangten die erforderlichen 500 Meterkilogramme schon an sich, Verluste ungerechnet, eine Maschine von 6—7 Pferdestärken.

Die Frage, welche Art der modernen Kraftmaschinen den Vorzug verdient, hat lange Überlegungen gekostet. Würde Gas vorhanden gewesen sein, so dürfte man sich wohl für einen Gasmotor entschieden haben, der die Hauptbedingung einer augenblicklichen Inbetriebsetzung erfüllt und verhältnismäßig geringer Wartung bedarf. Da dieses aber nicht vorhanden ist, kommen nur noch Benzin- oder Petroleummotoren, oder eine Dampfmaschine in Frage. Gegen die ersteren Formen sprach deren immerhin noch nicht ganz unbeträchtliche Explosionsgefahr, die ein besonderes Maschinenhaus erheischt haben würde, und die Unmöglichkeit, ihre Wirkung nennenswerth zu modificiren. Eine Dampfmaschine aber gestattet eine viel weitergehende Beanspruchung und ist mit dem von der Firma des unvergeßlichen Flugtechnikers Otto Lilienthal in Berlin konstruirten Röhrenkessel mit Schlangenrohr-Elementen. so völlig gefahrlos, daß die Gewerbe-Inspektionen deren Aufstellung sogar unterhalb bewohnter Räume gestatten.

So entschloß man sich denn zur Beschaffung einer 7pferdigen Lilienthal'schen Dampfmaschine nebst Röhrenkessel, die indes ohne Gefahr bis auf 8 oder 9 Pferdestärken beansprucht werden kann. Obwohl der genannte Kessel in kürzester Frist, d. h. nach 15 Minuten vollen Dampf giebt, konnte doch nicht wohl von einem direkten Antrieb der Kabelwinde von der Maschine aus die Rede sein, bei der augenblickliches

Digitized by Google

Funktioniren innerhalb weiter Grenzen der Geschwindigkeit unerläßlich ist. So erschien es am Gerathensten, dem Beispiele Teisserenc de Bort's gemäß die Maschine zur Erzeugung elektrischer Energie zu benutzen, die außer der erforderlichen Kraft für die Kabelwinde noch die zur Beleuchtung nöthige Elektricität zu liefern und ein Wasserreservoir zu füllen hat.

Es galt nun noch, sich darüber schlüssig zu machen, ob es gerathener wäre, die Kabelwinde nebst Elektromotor in einem besonderen Windenhause in kurzer Entfernung von der Dampf- und Dynamo-Maschine, oder im Thurme selbst aufzustellen. Im ersteren Falle würde der Draht von dem Windenhause aus schräg aufwärts nach dem Thurme zu führen gewesen sein und dieser hätte im Wesentlichen offen, d. h. als Gerüst gebaut werden können, während im anderen Falle durch Aufstellung der Winde in der halben Höhe des Thurmes eine weitere Umschau zu erwarten und die Behinderung der freien Hantirungen mit den Drachen und Ballons durch den durch die Luft geführten Kabeldraht zu vermeiden war. Außerdem aber sollte nach den Kosten-Voranschlägen das letzte Projekt trotz der erforderlichen Holzbekleidung der unteren Thurmhälfte um 2000 M. billiger zu stehen kommen als das andere. So wurde denn in 12 m Höhe über dem Erdboden im Thurme ein „Windenzimmer" eingerichtet, die gewünschte Ersparnis aber verwandelte sich leider in ihr Gegentheil: der vorher mit 3500 M. veranschlagte Thurm kostete in der neuen Form 7500 M.

Der aus starken Balken in 10 Stockwerken erbaute, in der unteren Hälfte mit gespundeten Brettern verschlagene Thurm hat eine Grundfläche von 5 m Seitenlänge und verjüngt sich bis zu der obersten Plattform, die 25 m über dem Erdboden liegt, auf 2,5 m; eine etwas steile, aber leidlich gangbare Treppe führt rings an seinen Seiten herum nach oben. Er steht auf starken und tiefen Steinfundamenten und besitzt vier Eckstützen, die 8,5 m weit ausgreifen; alle Hölzer sind mit einander stark verbolzt. Die oberste Plattform hat eine durchbrochene Brüstung, unter der nach Nord zu ein Aspirations-Meteorograph, dessen Ventilator durch einen kleinen Elektromotor angetrieben wird, angebracht ist. In seiner Mitte befindet sich, durch einen starken schmiedeeisernen Bock gehalten, ein eisernes Rohr, in welchem sich, in Kugellagern äußerst leicht beweglich, ein zweites etwas schwächeres Rohr dreht, das oben einen unter 30° angesetzten eisernen Arm von 0,6 m Länge trägt. An dessen freiem Ende befinden sich zwei über einander stehende, durch Seitenbacken völlig gedeckte große Rollen mit tiefer Nuth, zwischen denen der Draht ins Freie tritt. Eine zweite Doppelrolle sitzt an dem Winkel dieses Armes, über welche der Draht in senkrechter Richtung nach unten läuft und in der Axe des Thurmes durch die stark befestigte Decke des „Windenzimmers" eintritt.

Digitized by Google

Hier wird der Draht durch eine starke, an der Decke befindliche Rolle aufgenommen und im rechten Winkel abgelenkt, um über eine zweite gleiche Rolle zu laufen, die ihn im Winkel von 90° wieder senkrecht nach unten führt, wo er in die „Winde" eintritt. Zwischen diesen beiden Rollen passirt der Draht eine bewegliche Rolle, die ihn, an einer starken Spiralfeder befestigt, nach unten zieht: befindet er sich im „ungespannten" Zustande, so ist auch die Spiralfeder ungespannt, je stärker aber der Zug wird, den die Drachen oder Ballons an dem Draht ausüben, um so mehr nähert sich das in einem Winkel von etwa 150° abgelenkte Stück der graden Linie und spannt dementsprechend die Spiralfeder an, deren Längenänderungen nun von einem Hebelwerk auf eine Schreibfeder übertragen werden, welche auf einer durch ein Uhrwerk umgedrehten Trommel schreibt. Dieser „Dynamograph", vom Meister Fueß in Steglitz mit gewohnter Präcision nach den Angaben des Verfassers konstruirt, giebt nun nach einer durch Gewichte ausgeführten Tarirung den Zug in Kilogrammen an, der an dem Draht wirksam ist. Eine Signalglocke ertönt, wenn der Zug sehr schwach wird und wenn er über eine bestimmte; der Drahtstärke entsprechend verstellbare Stärke hinausgeht, um die „Windenwache" auf die aus beiden Eventualitäten drohenden Gefahren rechtzeitig aufmerksam zu machen. Diese bestehen im ersteren Falle aus dem bei nachlassendem Winde drohenden Niederfallen der Drachen, im letzteren aus der Annäherung an die Grenze der Bruchfestigkeit des Drahtes und Zerreißen desselben.

Die Kabelwinde selbst ist in ihrer Art ein „kleines Kunstwerk", obwohl sie gegen 20 Centner wiegt. Ihre Konstruktion stützt sich im Wesentlichen auf die von Rotch erprobten Anordnungen, ist aber doch, den veränderten örtlichen Bedürfnissen entsprechend, in vielen Punkten wesentlich modificirt; man darf sie wohl als das zur Zeit vollkommenste Exemplar ihrer Art bezeichnen, aber — sie kostet mit all' den vielen nachträglichen, erst bei ihrer Anwendung als nothwendig erkannten Abänderungen gegen 4000 Mark! Die Maschinenfabrik von Otto Lilienthal ist in anerkennenswerthester Weise all' den verschlungenen Pfaden gefolgt, die wir einschlagen mußten, um diesem höchst wichtigen Theile der Betriebsapparate die erforderliche Vollkommenheit zu verleihen.

Eine eingehende Beschreibung derselben muß einer anderen Stelle vorbehalten bleiben, weshalb hier nur Folgendes angeführt werden soll. Der, wie oben erwähnt, die Rolle des Dynamographen passirende Draht tritt von der Decke des Windenzimmers senkrecht abwärts an zwei mittels einer Kette gekoppelten Rollen, die 5 neben einander liegende tiefe Nuthen haben, welche den Draht in einer Art Schraubengang führen und dadurch den ganzen an ihm wirkenden Zug aufnehmen,

Digitized by Google

sodaß die Vorrathstrommel nur in ganz geringfügiger Weise vom Zug beansprucht wird. Eine durch einen herzförmigen Excenter automatisch verschobene Leitwelle sorgt für eine glatte Aufwickelung des Drahtes auf dieser für die Aufnahme von über 12000 m eingerichteten Trommel. Die genannten „Druckrollen" sind mittels Zahnrädern und verschiebbaren Trieben mit dem sechspferdigen Elektromotor gekuppelt, den, wie die übrigen elektrischen Einrichtungen, die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in vorzüglichster Ausführung geliefert hat. Ein Widerstands-Kasten ermöglicht zusammen mit der Umschaltung der Vorgelege das Einholen des Drahtes mit Geschwindigkeiten, die von 0,15 bis 3,6 m p. sec. variirt werden können. Ein Zählwerk giebt die Länge des abgelassenen Drahtes unmittelbar an; zwei Bandbremsen gestatten die bei starkem Winde recht beträchtliche Ablauf-Geschwindigkeit zu reguliren.

Aus der Verwendung des außerordentlich spröden Tiegelgußstahldrahtes gehen mannichfache Schwierigkeiten hervor, die nicht selten die Experimente in unliebsamster Weise stören; durch Führung desselben über Rollen, besonders solche von kleinerem Durchmesser, erhält er eine starke Neigung, Ringe zu bilden, sobald er nicht gespannt ist. Läßt z. B. beim Ablassen der Drachen der Zug, der durch den Winddruck auf die Drachen an dem Draht ausgeübt wird, vorübergehend nach, so setzt leicht die schwere, in Bewegung befindliche Vorrathstrommel durch Beharrung ihre Umdrehung noch etwas weiter fort und entspannt dadurch den in der Winde befindlichen Draht so plötzlich, daß er aus den Führungsnuthen springen und zwischen die Zahnräder gerathen kann, wenn man nicht sofort die kleinere Bremse wirken läßt. Da alle Versuche, das Herausspringen des Drahtes durch Deckbänder und Ähnliches unmöglich zu machen, nicht zum Ziele führten, kann man diese Kalamität nur durch fortgesetzte Aufmerksamkeit und Übung vermeiden.

Eine eingehende Beschreibung aller Einrichtungen des Observatoriums ist nicht der Zweck dieser Zeilen, die vielmehr nur dazu bestimmt sind, ferner stehenden Kreisen ein Bild von den Arbeiten, die dort zur Ausführung kommen, zu geben. Um aber auch der Schwierigkeiten, die sich hierbei nur allzu oft ergeben, zu gedenken, sei ein Drachen-Aufstieg etwas eingehender beschrieben, wie er sich glücklicherweise nicht immer, aber doch noch häufig genug abspielt.

Ein erprobter Hargrave-Drache von 4 qm Oberfläche wird mit seinem aus starker Schnur bestehendem Zügel dicht an der Kausche des Drahtes von 0.8 mm Durchmesser befestigt und in etwa 50—100 m Entfernung vom Thurme bei gespanntem Draht, der nach dem auf der Plattform befindlichen drehbaren Rollenarme hinauf führt, von einem Gehilfen gegen den Wind gehalten, bis die Brise stark genug weht, um ihn „aus der Hand" unter rauschendem Geräusch aufwärts schießen

Digitized by Google

zu lassen. Ein Beamter steht im Windenzimmer, eine Hand an der Bremse, die andere an der Kurbel der Winde; scharfen Blickes späht er durch das Fenster nach dem „Betragen" des aufgelassenen Drachen aus, um ihn ohne Fährlichkeiten durch die unterste wirbelerfüllte Luftschicht zu bringen. Zieht der Drache so stark an seinem Draht, daß er die immerhin einige Kilogramm betragende Reibung in den Rollen überwindet, so lüftet er die Bremse und der Draht wird mehr oder weniger schnell vom Drachen nachgezogen; läßt der Zug nach, so heißt es aufmerken, daß der Drache nicht herunter und in die stets zur Aufnahme bereiten Baumwipfel der Jungfernheide fällt. Im Nothfall wird mit der Handkurbel ein Stück Draht eingeholt, um den Drachen zum Aufsteigen zu bringen; Nachlassen und Einholen wechselt, von steter Aufmerksamkeit geleitet, solange mit einander ab, bis man ihn glücklich, wie der „drachentechnische" Ausdruck lautet, durch die untersten Schichten „hindurchgemogelt" hat. Bei 100 m ausgelassenem Draht hat er endlich etwas stetigeren Wind gefunden und steht unter einem Winkel von 55—60° leidlich ruhig gegen 80 m über dem Thurme. Nun wird ein zweiter Drache von 2—3 qm Fläche, an einer 40—50 m langen Schnur gefesselt, mittels einer Klemme an demselben Draht befestigt, was auf der Plattform des Thurmes geschieht, und ein unten stehender Gehilfe läßt ihn, ebenso wie den ersten, „aus der Hand" aufsteigen. Sobald er ebenfalls in gutem Winkel steht, wird der Registrir-Apparat, in einem leichten Rohrgeflecht einigermaßen gegen Beschädigungen geschützt, an derselben Klemme mittels einer Leine von 5 m Länge befestigt, nachdem sich der auf dem Thurme befindliche Beamte von dem Gange der Uhr, sowie dem Schreiben der Federn überzeugt und eine Strichmarke zur Kennzeichnung der Zeit, die er sofort nach seiner Taschenuhr notirt, gemacht hat. Eine gegen 30 m lange dünne Schnur ist außerdem am Aufhängepunkte des Apparates befestigt, die der Beamte in der Hand behält. Erscheint der Auftrieb stark genug, um dem Drachen das 1.5 kg betragende Gewicht des Apparates anvertrauen zu können, dann wird das Signal „Nachlassen" durch das in das Windenzimmer führende Sprachrohr gegeben, der Apparat über die Brüstung gehoben und unter gleichzeitiger vorsichtiger Anspannung der dünnen Leitschnur dem sich langsam fortbewegenden Draht überlassen. Vorsichtig läßt man die erstere durch die Hand gleiten, um mittels ihrer, sobald die Drachen etwa plötzlich zu sinken beginnen, den Apparat vor dem Herabfallen auf den Erdboden zu bewahren, wobei ein „Halt" durch das Sprachrohr das weitere Ablassen des Drahtes sistirt. Eine kräftige Böe läßt die Drachen nun pfeilschnell emporschießen. „Weiter ablassen", schallt es durch das Sprachrohr, die Rollen im Leitarme drehen sich geschwind, der Draht wird schnell von den

Digitized by Google

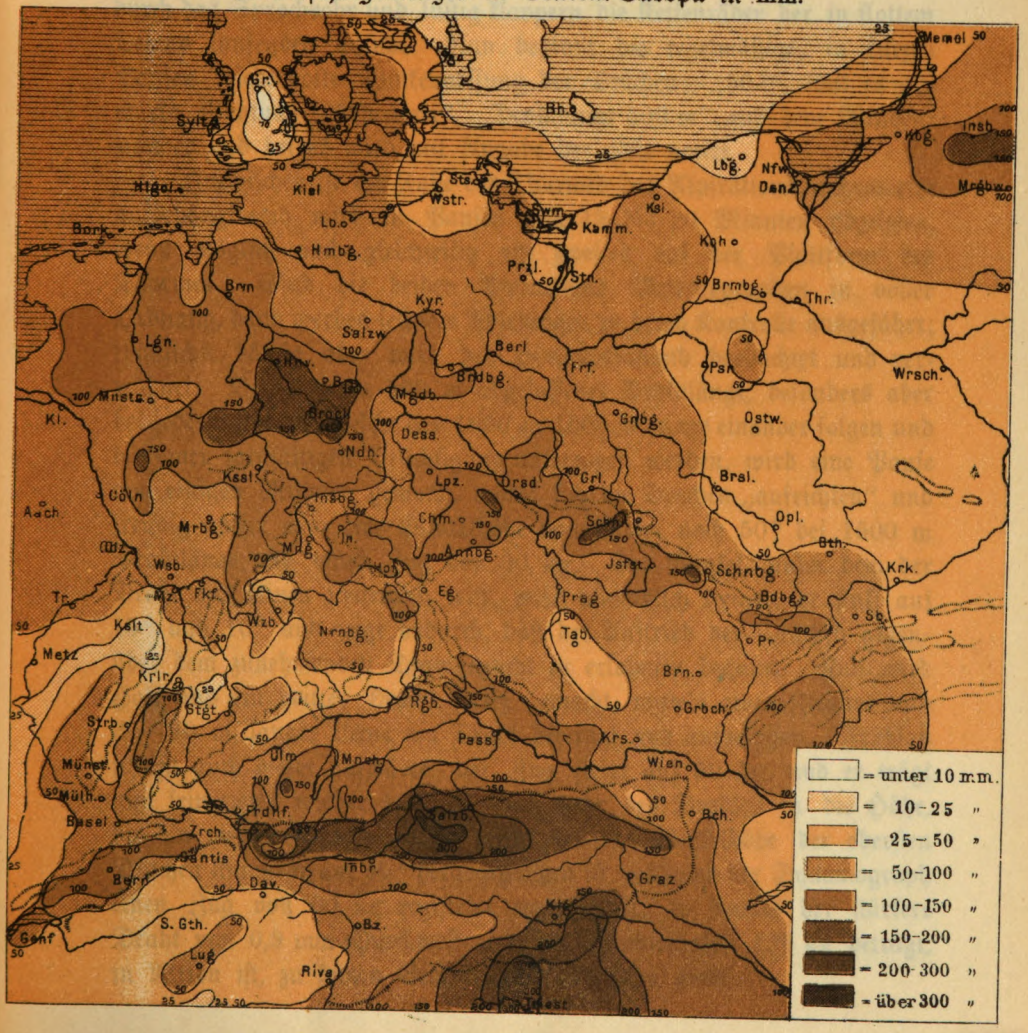
Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.

1900. Heft 8.

Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)

Mittlere Monats-Isothermen. (C°.)
(8h früh.)

Juni 1900.
Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

Drachen nachgezogen, das Ende der Leitschnur muß losgelassen werden und der Apparat hängt frei an dem Drahte. Läßt jetzt abermals der Wind soweit nach, daß die Drachen beträchtlich sinken, dann kann nur der unten auf Posten stehende Gehilfe, der mit flinken Beinen dem Apparate folgen muß, ihn vor dem Aufstoßen auf die Erde und vor Beschädigung bewahren. Diese Manöver währen nicht selten bei ungleichmäßigem Unterwinde lange Zeit, bis man, was nur allzu oft eintritt, die Nutzlosigkeit der Bemühungen einsieht und das Experiment für jetzt aufgiebt, um es nach einer halben Stunde nochmals in derselben Weise zu wiederholen oder gänzlich auf dessen Ausführung zu verzichten. Endlich steigen die Drachen mit dem Apparat kräftig empor und der Zug an dem Dynamographen, sowie das stetige Ablaufen des Drahtes zeigt an, daß eine gleichmäßige und genügend starke Luftströmung erreicht ist. „20 Kilogramm Zug", meldet der „Windenmann" durch das Sprachrohr und lustig klappern die Kettenräder der in flottem Tempo laufenden Winde. Nun beginnt die regelmäßige, in kurzen Pausen wiederholte Winkelmessung der Drachen: „50 °", tönt es abwärts, Richtung „Abdeckerei", „Drahtlänge 500 m" aus dem Windenzimmer und beides wird mit Angabe der Zeit notirt.

Inzwischen ist am Fuße des Thurmes das Aspirationspsychrometer aufgehängt und wird in Pausen von 15 bis 20 Minuten abgelesen, wenn möglich auch gleichzeitig ein zweites auf der Plattform des Thurmes. Sind die beiden Aspirations-Meteorographen in voller Ordnung, dann werden seltnere Ablesungen zu deren Kontrolle ausgeführt; thunlichst häufig aber wird der Himmelszustand beobachtet und verzeichnet. Von 500 zu 500 m abgelassener Drahtlänge, besonders aber bei jeder Löthstelle, welche von 1000 zu 1000 m Länge einander folgen und die einer sorgfältigen Besichtigung unterzogen werden, wird eine Pause von einigen Minuten gemacht, wobei sich die Drachen „aufrichten" und freudig notirt man eine Winkelhöhe von immer noch 50° bei 1500 m Drahtlänge und einen Zug von 30 kg. Der Winkel, unter dem der Draht aus seinen Leitrollen tritt, wird allmählich kleiner, er sinkt auf 15° und 10° und zeigt dadurch, daß der Auftrieb der Drachen gegenüber dem zunehmenden Drahtgewicht zu erlahmen beginnt. Nun wird Halt und ein dritter Drache fertig gemacht, mittels einer Klemme und 30—40 m langer Leine am Draht befestigt und aufgelassen. Fröhlich schießt auch dieser aufwärts, der Zug steigt auf 50 kg, und er trägt nun seinerseits wieder 1000 m oder mehr des Drahtes in die Höhe, bis ein vierter Drache nöthig wird, da die Winkelhöhe der obersten Drachen nunmehr auf 30° herabgegangen ist, während der Dynamograph einen Zug von 60 kg registrirt, was jedoch, da bereits der stärkere Draht von 0,9 mm Durchmesser, dessen Bruchfestigkeit 135 kg beträgt, in Aktion ist, zu keinen Bedenken Veranlassung giebt.

Digitized by Google

Die obersten Drachen sind bei 3000 m Draht auch bei heiterem Himmel meist für schwächere Augen nicht mehr sichtbar, bei niedriger Bewölkung sind sie auch wohl in den Wolken verschwunden und die regelmäßigen Messungen der Winkelhöhe müssen sistirt werden. Im letzteren Falle beginnt nunmehr ein beunruhigender Theil der Arbeit, da an der unteren Wolkengrenze kurze und heftige Windstöße einzusetzen pflegen, deren Entstehung wohl im ursächlichen Zusammenhange mit der Wolkenbildung steht. Man erkennt sie, da die Drachen nicht sichtbar sind, allein an den plötzlichen Schwankungen des Dynamometers: während bis dahin ein mehr oder weniger gleichmäßiger Zug von 55—60 kg vorhanden war, springt er nunmehr auf 70 und 80 kg, der Draht ist auf das Äußerste gespannt und giebt gezupft einen hohen Ton, durch den Wind wird er zum Pfeifen und Klingen gebracht, bei seiner Berührung erhält man nicht selten kräftige elektrische Schläge, wenn er nicht sorgfältig zur Erde abgeleitet ist, und die Situation wird um so kritischer und aufregender, jemehr sich der Schreibhebel des Dynamographen der bekannten Bruchfestigkeits-Grenze des Drahtes nähert.

Nach dem Vorschlage Teisserenc de Bort's verwenden wir, wie schon erwähnt, einen Draht, dessen erste 3000 m 0.8 mm, die nächsten 2000 m 0.9 und die ferneren 1.0 mm Durchmesser besitzen, um dem mit der Anzahl der angehängten Drachen wachsenden Zuge die Waage zu halten.

Die Aufregung, die sich in solcher Situation der den Aufstieg leitenden Beamten zu bemächtigen pflegt, kann nur der verstehen, der an ihr theilgenommen hat! Wird der Draht aushalten, werden nicht die Drachen, wie so oft schon, von dem mächtigen auf sie wirkenden Drucke in der Luft zusammenbrechen oder der Stoff in Fetzen reißen? Werden die Leinen, welche die Drachen halten, fest genug sein? Was ist zu thun, wenn der Zug weiter steigt? Sind es die obersten, an dem dünnsten Draht befestigten Drachen, die den ärgsten Wind auszuhalten haben, oder die unteren, stärker gehaltenen? Man versucht, so lange es gehen will, noch mehr Kabel nachzulassen, um den gewaltigen Zug etwas zu verringern in der Hoffnung, daß die Windstärke wieder geringer werden wird, sodaß man mit dem Einholen beginnen kann, das in dieser Situation wegen der hierdurch bewirkten künstlichen Vermehrung des Winddruckes äußerst gefährlich ist. Da spannt sich der Draht von neuem unheimlich an, das Dynamometer zeigt 120 kg, — ein Ruck und der Draht sinkt in großen Ringen vom Thurme herab auf den Erdboden, der Draht ist in seiner Mitte gerissen! Ein schneller Blick von der Plattform des Thurmes zeigt noch den letzten Drachen im taumelnden Sinken und läßt wenigstens die Richtung erkennen, in der die ganze Kette von Drachen und Draht

Digitized by Google

zu suchen ist. Dann beginnt die Jagd auf mehreren Zweirädern, denen ein größeres Dreirad bedächtiger nachfährt: über Gräben und Zäune, Äcker und Wiesen, meistens aber über die aus Müll und Schutt bestehenden Wurzelberge, in deren Mitte die luftverpestende Berliner Fiskalische Abdeckerei lieblich duftet, folgt man dem nach längerem Suchen entdeckten Drahte, an dem noch der letzte Drache hängt, den man schleunigst losbindet, um so viel als möglich Kabel einholen zu können. Kilometerweit entfernt von ihm liegt ein zweiter Drache am Boden, von beutehungrigen barfüßigen Buben umringt, die sich um das Recht des Rücktransportes streiten und dabei den Drachen und den Draht zerreißen. Endlich entdeckt man die beiden letzten Drachen, aber nicht am Erdboden, sondern noch ziemlich hoch in der Luft, an ihnen pendelnd der Registrir-Apparat: das noch gegen 1000 Meter lange oberste Drahtstück hat sich mit dem vorhergehenden Drachen in einem Busche festgefangen und der Wind konnte so die Drachen in der Luft halten. Voller Freude werden sie vorsichtig herabgeholt und der Apparat unverletzt abgeschnitten, während neidische Burschen ob des ihnen entgangenen Fünfmarkstückes trauern, das ihnen bei unverletzter Zurücklieferung des Apparates zugefallen sein würde. Die Drachen werden vom Drahte abgeschnitten und so gut als möglich unter Zuhülfenahme einiger besonders dienstwilliger Reinickendorfer Buben zurücktransportirt, der Registrirapparat aber per Rad im Triumphe heimgebracht, nachdem ein schneller Blick durch seine Micascheibe hat erkennen lassen, daß eine Höhe von kaum 2000 m das Resultat der aufregungsreichen Stunden gewesen ist!

Im Windenthurme ist indes der Elektromotor eingeschaltet und unter steter Beobachtung des Dynamographen zuerst vorsichtig, dann immer schneller die Kabelwinde in den Gang gebracht worden, um thunlichst viel des kostbaren Drahtes zu retten — plötzlich ist er zu Ende, und man erkennt, daß der Bruch an einer Spleißung erfolgt ist, welche die einzelnen 1000 m langen Theile des Drahtes mit einander verbindet: eine zu starke Erwärmung des Drahtes bei dem Verlöthen des Splisses hatte diesem seine Härte und damit seine Festigkeit so weit verringert, daß er dem starken Zuge nicht gewachsen war. Zwei arg zertrümmerte Drachen und der Verlust von 2000 m Draht, über den Wagen und Pferdebahnen hinweggefahren und der durch übereifrige Helfer zu einem unentwirrbaren von Knickungen durchsetzten Knäuel zusammengerollt ist, sind als Erfolg des Tages zu verzeichnen — die Registrirungen aber geben interessante Aufschlüsse über die Verhältnisse in der Wolkenschicht und lassen erkennen, daß in ihr eine Windgeschwindigkeit von 20 m p. sec. geherrscht hat.

Nicht allzuhäufig, bis jetzt wenigstens, gelingt es, den Draht mit

Digitized by Google

sämtlichen Drachen und dem Apparat wieder einzuholen. Die Kabelwinde beginnt zuerst langsam, dann allmählich schneller werdend, mittels des Elektromotors den Draht aufzurollen, bis bei der Annäherung des letzt aufgelassenen Drachen halt gemacht werden muß, um diesen vom Draht abzulösen und kunstgerecht herabzuholen; weiter geht es in gleicher Weise mit den nachfolgenden Drachen, bis endlich die letzten in Sicht kommen, an denen der Apparat, große Schwingungen an seiner Aufhängeleine ausführend, bemerkbar wird. Endlich ist er mit vieler Vorsicht und unter steter Aufmerksamkeit der auf dem Thurme befindlichen Wache so nahe herangeholt worden, daß seine Leine mit einer langen Bambusstange erfaßt und herangezogen werden kann.

Daß „aller Anfang schwer" ist und zunehmende Übung und Kenntnis der gefährlichen Punkte eine Schwierigkeit nach der anderen zu überwinden lehrt, bewahrheitet sich bei diesen Experimenten ganz besonders. So geht es auch mit den Erfolgen, welche auf dem Erreichen beträchtlicher Höhen beruhen.

Rotch konnte erst nach jahrelang fortgesetzten Versuchen eine Höhe von 3000 m erreichen und ebenso Teisserenc de Bort in Trappes. In den letzten Monaten wurde aber von beiden Experimentatoren ein viertes Höhen-Kilometer erreicht und überschritten: der Letztgenannte erreichte 4300 m, bald darauf Rotch 4250 m und am 19. Juli d. J. 4620 m über seinem Observatorium und 4815 m über dem Meeresspiegel, d. h. die volle Höhe des Montblanc!

Außer der zunehmenden Erfahrung trägt aber auch hierzu die stetige Verbesserung des Materials ganz erheblich bei, die besonders durch Rotch's unermüdlichen Assistenten Helm Clayton in erfolgreichster und sorgfältigster Weise vorgenommen wird. So verwendet man am Blue Hill seit einiger Zeit Hargrave'sche Drachen, welche an Stelle der graden Oberflächen gekrümmte besitzen und verwendet einen sogenannten „elastischen Zügel", um die mit zunehmender Windstärke eintretende verderbliche Steigerung des Druckes auf die Drachen zu mäßigen. Fesselt man nämlich die Drachen an einem hochgelegenen Punkte ihrer Vorderfläche, oder gar an einem die Vorderzelle überragenden kurzen Stabe mittels einer festen Leine, außerdem aber an einer tieferliegenden Stelle mittels einer starken elastischen Schnur, z. B. einer aus bestem Kautschuk bestehenden umflochtenen „Kordel", so wird sich die letztere um so mehr verlängern, je stärker der Druck auf die Drachenfläche anwächst und hierdurch den Winkel verkleinern, unter dem der Drache vom Winde getroffen wird; hieraus ergiebt sich aber eine entsprechende Verkleinerung der Drachenfläche und eine wichtige Sicherung gegen die übermäßige Zunahme des Zuges, der den Draht sonst zum Zerreißen bringen müßte.

Digitized by Google

Dieser wichtigen Neuerung steht aber die Schwierigkeit des Baues von Drachen mit gekrümmten Flächen und die für den Anfänger bestehende mangelnde Erfahrung in der richtigen Anbringung und Bemessung der Stärke des elastischen Zügels einigermaßen im Wege, und nur durch zahlreiche Experimente, die viele Mühe und viele Drachen kosten, läßt sich dieselbe fruchtbar machen.

Eine andere gegen die übermäßige Steigerung des Winddruckes auf den Drachen gerichtete Vorkehrung ist die von dem berühmten Prof. Marvin in Washington konstruirte Safety-line, ein kurzes, zwischen zwei Kauschenringe eingeschaltetes Drahtstück von bekannter Bruchfestigkeit, das zwischen Kabeldraht und Drachen an der gewöhnlichen Fesselungsstelle befestigt ist und den ganzen Zug auszuhalten hat, während eine zweite feste Leine am obersten Theile des Drachen oder an einer noch über dessen oberen Rand hervorstehender Holzleiste so angebunden ist, daß sie so lange außer Zug ist, wie die Safety-line denselben aushält. Überschreitet dieser nun die Grenze von deren Bruchfestigkeit, so reißt sie und die obere Fesselung tritt in Wirkung, wobei wegen des hochliegenden Angriffspunktes der Neigungswinkel des Drachen verkleinert und die dem Winde exponirte Fläche verringert wird. Man erkennt, daß der Zweck beider Einrichtungen derselbe ist, die wirksame Drachenfläche automatisch zu verkleinern, mit dem Unterschiede, daß der „elastische Zügel" dauernd wirksam bleibt und ein Wiederaufrichten des Drachen bei nachlassendem Winde gestattet, während das nach dem Durchreißen der Safety-line nicht geschehen kann.

Wenn wir auf Seite 155 die großen zur Erreichung beträchtlicher Höhen erforderlichen Drahtlängen als einen „wunden Punkt" der Methode bezeichneten*), so müssen wir diesen Ausspruch auf Grund grade der allerneuesten Erfolge erheblich einschränken, wozu theils die Verwendung der „gekrümmten Oberflächen" durch Rotch, theils aber auch zunehmende Erfahrung, besonders bei der rechtzeitigen Anbringung neuer Drachen, Veranlassung gegeben hat.

So erreichte Rotch am 20. Juni die Höhe von 4250 m mit sechs Drachen, die unter einem Winkel von 39° standen, mit nur 7300 m Draht und am 19. Juli, wie schon erwähnt, die relative Höhe von 4623 m ebenfalls mit sechs Drachen bei 39° Höhenwinkel und 7600 m Draht.

Daß aber die „gekrümmten Flächen" allein nicht diese erheb-

*) An derselben Stelle ist ein kleiner Irrthum untergelaufen, der hier berichtigt sei. Es ist nicht richtig, daß, wie dort gesagt, „in solchen Fällen ein beträchtlicher Theil des Drahtes auf der Erde aufliegen muß", vielmehr tritt dieser Umstand nur dann ein, wenn der Wind nachläßt, oder wenn man dem Drachen mehr Draht gegeben hat, als er zu tragen vermag; beides kann aber leider recht leicht vorkommen, wie die Erfahrung lehrt.

Digitized by Google

liche Verbesserung des Winkels zu Wege bringt, sondern daß dasselbe Resultat auch mit den gradflächigen Hargrave-Drachen älterer Konstruktion unter günstigen Windverhältnissen erreichbar ist, beweist der am 26. Juli am hiesigen Aëronautischen Observatorium ausgeführte Aufstieg, der mit 4360 m Höhe der zweithöchste bisher überhaupt zu Stande gebrachte ist. Über diesen und seine unerfreulichen Konsequenzen seien hier noch einige Einzelheiten gegeben, während eine ausführliche Bearbeitung an anderer Stelle erscheinen soll.

Der 26. Juli war, obwohl morgens eine flache barometrische Depression über der Ostsee lag, die mittags ein sekundäres Minimum an der Odermündung absonderte, das sich bis zum Abend nach der Lausitz und Schlesien verschob, bei Berlin ein warmer und sonniger Tag. Als nach 3^h p. m. durch die Herren Berson und Elias ein Aufstieg bei frischem, in der Höhe offenbar ziemlich kräftigem Westwinde begonnen wurde, betrug die Lufttemperatur noch 34^0 und der Himmel war fast wolkenlos. Ein Drache von 4 qm Oberfläche wurde an Draht von 0,8 mm Stärke aufgelassen und, als er bei 110 m Drahtlänge sicher und ruhig stand, ein zweiter von 2 qm Oberfläche am Draht befestigt und an derselben Halteklemme der Registrirapparat an eine 5 m lange Leine angehängt. Um 3^h 36 p stieg letzterer in die Höhe, bei 500 m Drahtlänge, vom Apparat an gerechnet, und weiterhin ebenso bei je 500 m weiteren Drahtes wurden Pausen von mehreren Minuten gemacht, um ein „Aufrichten" der Drachen und ein sicheres Einstellen der Apparate — Thermograph, Hygrograph und Barograph, der Anemograph befand sich leider in der Reparatur — zu gestatten. Zur Ermittelung der vortheilhaftesten Verhältnisse für das Anbringen weiterer Drachen wurden zahlreiche Winkelmessungen sämtlicher in der Luft befindlichen Drachen ausgeführt und aus ihnen die entsprechenden vertikalen Höhen sofort ermittelt.

Daß der Wind ein außergewöhnlich günstiger war, ergab sich schon daraus, daß 3125 m Draht von 0.8 mm Durchmesser mit einem Gewicht von 13 kg, dazu der Apparat mit 1,5 kg, von den beiden Drachen getragen wurden, wobei der Höhenwinkel beim Anhalten des schnellen Ablaufes, dessen Geschwindigkeit im Mittel 0.8 m p. sec. betrug, noch bis auf 47^0 anstieg; der Zug überstieg dabei nicht 30 kg. Nun wurde ein weiterer Drache von 2.8 qm Fläche an den von hier an folgenden Draht von 0.9 mm Durchmesser angebracht, der Zug stieg auf 38—40 kg. Der Winkel betrug 37^0. Bei 4215 m Draht, wo bei einer längeren Pause eine Spleißung, die nicht ganz vertrauenswürdig erschien, nachgelöthet wurde, brachte man einen vierten Drachen mit 2.7 qm Oberfläche an. Die Kettenlinie des Drahtes zeigte sich nach den Winkelmessungen auch während des Ablassens als

Digitized by Google

vorzüglich gestreckt: so standen um 5 h 47 p die beiden obersten Drachen unter 34°, der dritte unter 32° und der vierte unter 33°; der Gesamtzug stieg auf 50—60 kg, der Draht fing laut an zu „singen". Bei 5200 m begann abermals ein stärkerer Draht von 1,0 mm Durchmesser, dessen Bruchfestigkeit von mindestens 165 kg die Gefahr eines Reißens noch in weite Ferne rückte. Bei 6000 m Draht wurde ein fünfter Drache mit 2 qm Fläche angehängt und der Zug stieg auf 70—80 kg; bei dem Auslassen des Drahtes erhitzten sich unter dem starken Zuge die stählernen Bremsbänder der Winde so beträchtlich, daß sie fortwährend geölt und durch Wasser gekühlt werden mußten, die ganze schwere Winde gerieth dabei in unangenehme Erschütterungen. Unter diesen Betriebsschwierigkeiten schlüpfte bei 6250 m eine Löthstelle unkontrollirt durch, während alle übrigen sorgfältig untersucht und, wo erforderlich scheinend, nachgebessert wurden. Bei 6600 m wurde die übliche 500 m-Pause gemacht, der Zug erreichte beim Anhalten 80 bis 85 kg, der Höhenwinkel betrug immer noch 37°, der Apparat mußte demnach schon die Höhe von 3900 m haben. Als um 6 h 45 p eine Drahtlänge von 7120 m abgelassen war, glaubte Herr Elias ein sonderbares schlürfendes oder knirschendes Geräusch im Draht zu vernehmen, dessen Grund sich nicht erklären ließ. Da sich am West-Horizonte die ersten Anzeichen einer gewitterartigen Wolkenbank zeigten, beschloß Herr Berson, der den Aufstieg leitete, an das Einholen zu gehen, was trotz der großen Drahtlänge mittels der ausgezeichneten Winde und ihres sechspferdigen Elektromotors mit voller Sicherheit in etwa einer Stunde hätte geschehen können. Als um 6 h 51 p, noch ehe der Motor eingeschaltet war, der Zug, der vorübergehend auf 90 kg angestiegen war, nur 85 kg betrug, gab es plötzlich eine starke Erschütterung — der Draht war gerissen und fiel in großen Ringen vom Thurme herab! Daß ein Draht von 165 kg Bruchfestigkeit bei einem Zuge von 85 kg, also nur der Hälfte, reißen könnte, war nicht zu erwarten und das konnte auch nur in der „unkontrollirten" letzten Löthstelle geschehen sein.

In üblicher Weise ging die „chasse aux cerfs-volants", wie Herr Teisserenc de Bort uns s. Z. diesen angenehmen Sport bezeichnet hatte, seitens der beiden Ballongehilfen, die sich mit den für den Nordosten von Berlin nöthigen Karten versehen hatten, auf zwei Zweirädern los, während die Zurückbleibenden zunächst den noch vorhandenen Draht einholten. Bei 850 m war er zu Ende und ließ erkennen, daß sich in der That die ominöse Spleißung auseinander gezogen hatte.

Der letzte Drache wurde kurz vor Reinickendorf, 3000 m von der Bruchstelle entfernt, gefunden; er mußte sonach das 300 m lange Endstück des Drahtes über die Müllerstraße und deren elektrische Straßen-

Digitized by Google

bahn geschleift haben. An der Schul- und Exercierstraße befindet sich ein großer freier Platz, der, wie in der Umgebung Berlins üblich, zu einer „Lauben-Kolonie" dient. Hier wurde ein 13jähriger Knabe, ob mit oder ohne seine Schuld ließ sich noch nicht feststellen, von dem in Ringen mit großer Geschwindigkeit über den Boden schleifenden Drahtende am Beine erfaßt und erlitt durch eine Umschnürung desselben, die vermuthlich durch andere Personen, welche den Draht festzuhalten versuchten, noch enger gezogen wurde, eine nicht unerhebliche Verletzung, die in drei ringförmigen Einschnitten der Haut bestand. Zwei Männer, welche ihn befreiten, zogen den nahen Drachen herab und schnitten den weiteren Draht ab; sie wollen hierbei „Verbrennungen" an den Händen erlitten haben. Hieraus und aus der Angabe des Knaben, daß der Draht „heiß" gewesen sei, sowie aus dem Ausspruch des Arztes der Unfallstation, der die Wunden für „Brandwunden" erklärte, entsprang die Vermuthung, daß der Draht auf die allerdings nicht weit entfernte Starkstromleitung der durch Reinickendorf führenden elektrischen Straßenbahn gerathen sei und sich hierdurch bedeutend erhitzt habe. Spätere Feststellungen indes, sowie die Thatsache, daß keiner der Betheiligten einen „elektrischen Schlag" erhalten hat, haben zwar die Grundlosigkeit dieser Ansicht erhärtet, sind aber doch Veranlassung zu einer Verwarnung vor der Wiederholung ähnlicher Unfälle seitens der betheiligten Behörde geworden, welche den weiteren Arbeiten des Observatoriums eine äußerst lähmende Fessel anlegt! Der schöne Erfolg dürfte daher auf lange Zeit hinaus der letzte seiner Art gewesen sein!

Die 4 übrigen Drachen waren weiter ostwärts geflogen, ohne noch die Erde zu berühren, da gegen 1800 m Draht nachschleifte und durch Reibung am Erdboden, vielleicht auch gelegentliches Hängenbleiben, das gänzliche Herabfallen derselben verhinderte: nach dem hochinteressanten Barogramm, das der Apparat aufgezeichnet hat, waren die obersten Drachen zuerst von 4360 auf 1700 m herabgesunken, stiegen aber dann, als sie festgehalten wurden, wieder auf 2700 m. An der Prenzlauer Allee, 8 km vom Observatorium entfernt, wurde der vorletzte Drache und bei Neu-Ober-Schönhausen der dritte, gegen 11 km entfernt, gefunden; inzwischen waren die obersten Drachen auf 1500 m gefallen, wieder auf 2300 m gestiegen, auf 1700 m gefallen, wo sie, offenbar abermals festsitzend, gegen $^3/_4$ Stunden stehen blieben, um nun auf etwa 400 m herabzusinken.

Die „Drachenjagd" hatte, nachdem der zuletzt abgelassene Drache gefunden war, wegen der hereinbrechenden Nacht aufgegeben werden müssen, wurde aber am nächsten Tage in aller Frühe wieder aufgenommen, wobei sich außer den Gehilfen auch noch die Herren Berson und Elias betheiligten. Da jeder Drache die Bezeichnung seines Ur-

Digitized by Google

sprungsortes enthält und der Apparat die Aufforderung zur telegraphischen Benachrichtigung trägt, mußte eine Depesche erwartet werden, die indeß wider Erwarten lange ausblieb. Durch die für derartige Zwecke sehr zweckmäßige Benutzung jeder angetroffenen Fernsprechstelle konnten die „Drachenjäger" mit einander und dem Observatorium in Verbindung bleiben und fanden so den 4. und 3. Drachen an den oben genannten Stellen. Die beiden obersten aber, und mit ihnen 3000 m Draht waren noch immer spurlos verschwunden, als gegen 11 Uhr, während noch die Expedition vergeblich die städtischen Rieselfelder und das dahinter liegende Gelände absuchte, die schier unglaubliche telegraphische Nachricht im Observatorium einlief, daß der Apparat und die beiden Drachen — in der Lausitz, hinter der Stadt Forst, d. h. 140 km südöstlich von Berlin gefunden seien! Dort fand dann am Abend Herr Elias, der mit einem der Gehilfen per Eisenbahn unter Mitnahme der Zweiräder dorthin gereist war, den Apparat und die Drachen unverletzt vor: morgens 7 Uhr hatten die Drachen, die offenbar während der ganzen Nacht in der Höhe von einigen hundert Metern unter Nachschleppung von 3000 m Draht geflogen waren, noch in der Luft gestanden! Fürwahr eine Drachenfahrt von bisher unerhörter Länge und Dauer! Wie viele Dörfer und Städte, Eisenbahnen und Telegraphenlinien mag der nachschleppende Draht gekreuzt haben, ohne auch nur eine Spur einer Beschädigung hervorzurufen!

Die wissenschaftlichen Resultate sind äußerst wichtig und interessant, können jedoch an dieser Stelle nicht erörtert werden: die Temperatur sank von 33.6° bis zur größten Höhe von 4255 m, die der Apparat erreicht hat, auf — 1°; bis zur Höhe von 2000 m betrug die Temperaturabnahme auf 100 m Erhebung 1.0° und mehr, wurde bis 2500 m 0.9°, von 3000 m an aber erheblich kleiner, bei 3500 m 0.65°, bei 4000 m 0.69°. Die relative Feuchtigkeit, die unten 43% betragen hatte, stieg trotz wolkenlosen Himmels bei 2000 m auf 84%, sank aber darüber, zusammenfallend mit der geringeren Temperatur-Abnahme, wieder bis auf 52%, die in der größten Höhe aufgezeichnet wurden. Von der Nachtfahrt sind leider die Kurven nicht vorhanden, oder doch nicht zu entziffern.

Die bei dieser Gelegenheit in „akuter Form" erörterten Gefahren des Drachenbetriebes haben nun, wie schon erwähnt, zu unerfreulichen Konsequenzen geführt. Von den seit vielen Jahren thätigen, ebenfalls in der Nähe großer Städte mit elektrischen Bahnen gelegenen Drachenstationen Nord-Amerikas sind ebenso wenig bisher Unfälle bekannt geworden, wie von dem Observatorium in Trappes bei Paris — ein Grund für eine Befürchtung dieser Art, die vielleicht die Errichtung des hiesigen Aëronautischen Observatoriums am Tegeler Schießplatze,

Digitized by Google

im Norden von Berlin, „im Lee" der Stadt bei der vorherrschenden Windrichtung, hätte „gefährlich" erscheinen lassen können, lag demnach aus der Erfahrung an anderen Orten absolut nicht vor. Was Boston, Washington, Memphis, Paris recht war, konnte für Berlin nicht anders als billig erscheinen!

Erst als im Herbst vorigen Jahres, nachdem das hiesige Observatorium fast fertig gestellt war, ein Unfall bekannt wurde, der in Hamburg bei ähnlichen Experimenten eingetreten war, wo ein mit abgerissenem Drachen nachschleifender Draht den Arbeitsdraht einer elektrischen Straßenbahn und gleichzeitig zwei Pferde berührt und letzteren eine, allerdings ohne Schaden vorübergegangene Lähmung durch den elektrischen Strom beigebracht hatte, konnte man an eine derartige Eventualität denken und darauf hin wurden auch Verhandlungen nach verschiedenen Richtungen hin geführt, welche die Möglichkeit eines Schutzes gegen solche Vorfälle im Auge hatten. Dieselben mußten um so nothwendiger erscheinen, als die im Jahre 1899 begonnene und 1900 fortgesetzte rapide Entwickelung der elektrischen Straßenbahnen die Gefahr einer allseitigen „Einkreisung" des Observatoriums trotz seiner peripheren Lage nahe rückte. Erfreulicher Weise ließ sich die Große Berliner Straßenbahn-Gesellschaft bereit finden, die nächstgelegenen Linien, die dem Observatorium bis auf 800 m Entfernung auf den Leib rücken, mit seitlichen, zur Erde abgeleiteten Schutzdrähten zu versehen, die bewirken sollen, daß ein diese und die Starkstromleitung berührender Drachendraht sofort durchbrennt und stromlos herabfällt, womit jede Gefahr einer Beschädigung von Passanten ausgeschlossen sein würde.

Leider stellt es sich aber als unmöglich heraus, ganz Berlin und seine Vororte in dieser Weise zu schützen, da die Länge der dort zur Zeit vorhandenen elektrischen Straßenbahnen bereits 4—500 km beträgt und in jedem Jahre um Hunderte von Kilometern zunehmen würde. Bei einem Preise von gegen 300 Mark für ein doppelseitig mit Schutzdrähten zu versehendes Bahn-Kilometer würde zur Zeit ein Betrag von 150 000 Mark hierzu erforderlich sein, zu dessen Hergabe die Straßenbahn-Gesellschaft kaum gezwungen werden könnte, während er für das Observatorium unerschwinglich sein würde. Da aber ferner ein wirklich sicherer Schutz auch hierdurch nicht zu erzielen wäre, zumal bei Straßenzügen, die in der Richtung des Kabeldrahtes verlaufen, und die Möglichkeit einer rein mechanischen Beschädigung, wie in dem angeführten Falle, überhaupt nicht und durch keine Schutzmaßregel zu vermeiden ist, so bleibt nichts weiter übrig, als thunlichst weitgehende Vorsichtsmaßregeln bei den Aufstiegen und sorgfältigste Versicherungen des Materials an Drachen, Ballons, Kabeln und Drähten zu treffen.

Unter den letzteren ist darauf Bedacht zn nehmen, an Stelle der

Digitized by Google

überaus empfindlichen, durch jede Knickung in ihrer Festigkeit in unkontrollirbarer Weise herabgesetzten Stahldrähte lieber dünne Kabel von relativ großer Bruchfestigkeit zu verwenden, die außerdem keiner Spleißungen und Löthungen bedürfen; die zu erreichenden Höhen werden hierbei allerdings recht erheblich hinter denen zurückbleiben, die man anderorts, wo man weniger ängstlich oder gewissenhaft ist, erzielt!

Weiterhin sollen folgende Vorsichtsmaßregeln zur demnächstigen Ausführung gelangen.

Der oberste Drache von 3 bis höchstens 4 qm Fläche wird an einem wiederholt zu prüfenden Kabel von 120 kg Bruchfestigkeit und 100 m Länge sicher befestigt und die an dessen unterem Ende befindliche Kausche wird mittels einer starken Schnur von entsprechender Festigkeit mit der Endkausche des Haupt-Kabels verbunden. Nachdem der Drache gut „steht", wird ein zweiter von etwa gleicher Größe an einer Leine von höchstens 60 kg Festigkeit aufgelassen und mit der Kausche des Hauptkabels in der Weise verbunden, daß ein „Zerreiß-Draht", d. h. ein kurzes, zwischen zwei Kauschenringen befestigtes Drahtstück von höchstens 40 kg Bruchfestigkeit, (ähnlich der Marvin'schen Safety-line) eingeschaltet wird. An derselben Kausche des Hauptdrahtes wird an 5 m langer Schnur in gewöhnlicher Weise der Apparat befestigt. Hat nun sowohl das Hauptkabel, als auch das den oberen Drachen haltende eine thatsächliche Festigkeit von 120 kg, der „Zerreißdraht", der den zweiten Drachen fesselt, aber nur eine solche von 40 kg, so muß letzterer unter allen Umständen nach menschlichem Ermessen *eher brechen* als das Hauptkabel. Der allein eine Leine von etwa 40 m tragende Drache würde in solchem Falle bald herabfallen und könnte demnach auch keine längeren „Überlandreisen" ausführen; er würde vielmehr vermöge seiner großen Oberfläche verhältnismäßig langsam herabschweben und könnte kaum einen Menschen beschädigen; allerdings aber könnte er leicht „Pferde scheu machen" und auf diese Weise Unheil provociren. Wo giebt es aber noch einen Betrieb, der ohne alle Gefahren ist?

Nach dem Abreißen des „Sicherheitsdrachen" würde sofort eine, besonders bei starkem Winde sehr wirkungsvolle Verkleinerung der bisherigen Oberfläche eintreten und der Zug am Kabel ganz erheblich nachlassen, sodaß es, falls der übrig bleibende Drache, der nun allein das Kabel und den Apparat zu tragen hat, zu fallen beginnt, durch schnelles Einholen mittels der Winde möglich sein wird, ihn selbst und alles ausgelassene Kabel einzuholen, ohne daß letzteres den Boden oder elektrische Drähte u. s. w. berührt. Nimmt man z. B. an, daß der Wind mit 10 m p. sec. Geschwindigkeit weht und demnach auf jeden der etwa 3 qm großen Drachen einen Druck von 15 kg, auf das Kabel,

Digitized by Google

an dem beide befestigt sind, also von 30 kg ausübt. Bei einer Bruchfestigkeit von 120 kg ist noch jede Gefahr ausgeschlossen. Würde die Windgeschwindigkeit auf 16 m p. sec. steigen, so würde bei der gewöhnlichen Befestigungsmethode ein Zug von 6×13 kg $= 78$ kg am Hauptkabel eintreten, während das oberste Stück, das nur von einem Drachen beansprucht wird, nur $3 \times 13 = 39$ kg auszuhalten hätte. Die Bruchfestigkeitsgrenze des Hauptkabels wäre damit schon ziemlich nahe gerückt.

Mit der neuen Methode aber würde eine Vermehrung der Windgeschwindigkeit auf 16 m p. sec. auf den zweiten Drachen ebenfalls einen Zug von $3 \times 13 = 39$ kg ausüben und bei der geringsten Zunahme müßte der „Zerreißdraht" brechen, der nur 40 kg auszuhalten vermag. Drache 2 fällt als „fliegender Sicherheits-Koëfficient" zur Erde und das Kabel hat nunmehr nur noch kaum 40 kg Zug auszuhalten. Die Windgeschwindigkeit könnte nun bis auf 28 m p. sec. steigen (39.2 kg Druck pro qm Fläche), ehe das Kabel abreißen würde.

Durch grundsätzliche Verwendung gekrümmter Flächen und elastischer Fesselung, auch der Safety-line, ließen sich indes weitere Sicherungen vor dem Abreißen schaffen, soweit es sich um Drachen handelt. Drachenballons aber vor der Möglichkeit, lange Kabelstücke über Stadt und Land nachzuschleifen, zu bewahren, kann nur durch das zuerst genannte Verfahren der willkürlichen Anbringung einer „schwächsten Stelle" in der Nähe des Ballons geschehen.

Sollten trotz aller dieser Vorsichtsmaßregeln weitere Unfälle nicht vermieden werden können, so würde, wenn man den Werth dieser Forschungs-Methode zugiebt und demnach eine gänzliche Beseitigung außer Betracht läßt, nur eine Verlegung nach einem weltfernen, verkehrsarmen, von Eisenbahnen, Telegraphenlinien, elektrischen Bahnen, ebenso aber auch von Wäldern thunlichst freien und möglichst unbesiedelten Erdenwinkel übrig bleiben, die zwar ebenfalls nicht alle Gefahren beseitigen, aber deren Wahrscheinlichkeit auf ein sehr niedriges Maß herabbringen würde. Als eine erfreuliche Kompensation für das in einem solchen Falle einer Reihe von wissenschaftlichen Beamten und deren Familien blühende „Robinson-Leben" würde dann allerdings die Freude an einer freien und fröhlichen Arbeit auf diesem hochinteressanten und ohne alle Zweifel zukunfts- und erfolgreichen Forschungsgebiete eintreten. An solchen, die bereit sind, die hierzu erforderlichen Opfer zu bringen, wird es niemals fehlen, so lange Lust am Schaffen noch höher geschätzt wird als Behaglichkeit des Lebensgenusses!

Digitized by Google

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im Juni 1900.

Der Witterungscharakter des Monats war ein in den verschiedenen Theilen des centralen Europa ziemlich ungleichartiger. Am günstigsten gestaltete er sich im Osten des Gebietes einerseits, und wiederum im Südwesten, während Mitteldeutschland am schlechtesten weggekommen ist; überall war aber die starke Gewitterthätigkeit bezeichnend für den im Durchschnitt durchaus sommerlichen Charakter des Monats. Was die vorher bezeichneten bevorzugten Gebiete speciell auszeichnete, war nicht so sehr die größere Wärme, als vielmehr geringere Niederschlagshäufigkeit — und vor Allem die viel bedeutendere Heiterkeit des Himmels, wie sie sich sowohl in einer erheblich größeren Anzahl der schönen Tage als auch der Zahl der Sonnenscheinstunden ausprägt.

Im Allgemeinen waren die Verhältnisse weder von den mittleren Zuständen eines normalen Junimonats sehr abweichend, noch auch in den einzelnen Theilen des Monats sehr verschieden oder durch einschneidende Änderungen charakterisirt. Durch die Herrschaft einer Anticyklone und im Gefolge hiervon durch das beste Wetter waren in Norddeutschland vor Allem der Monatsanfang und wiederum die Tage vom 9. bis zum 13. bezeichnet, während in der übrigen Zeit sich der Einfluß im Norden vorbeiziehender und ostwärts fortschreitender Depressionen vielfach in Trübung und Gewitterregen bemerklich machte; insbesondere fiel dadurch die ganze zweite Monatshälfte merklich kühler aus als die erste. Süddeutschland wurde von den recht weit im skandinavischen Norden vorbeiwandernden Minima nur wenig in Mitleidenschaft gezogen und so haben sich hier Störungen des freundlichen Witterungscharakters nur im Gefolge von kleinen Theilgebilden, welche entweder am Rande der größeren nordischen Depressionen oder als kleine stelbstständige Luftwirbel auftraten, in der Form häufiger elektrischer Vorgänge abgespielt. Nirgends ist es jedoch im ganzen Monat zur Ausbildung großer Witterungsextreme, sei es nun besondere Hitze — wie im nachfolgenden Juli — noch auch wirklich kalter Perioden mit mehrtägigem Landregen, wie sie der Juni so gerne bringt, gekommen.

Im Durchschnitt des ganzen Monats sind sowohl die Luftdruckwerthe, wie auch die Temperaturmittel nahezu normale gewesen: die letzteren zeigen allerdings eher einen Überschuß, der in Süddeutschland $^1/_2$ bis über 1^0 erreichte; ein wenig zu kühl war es nur stellenweise an der Ostseeküste. Die absoluten Extreme betrugen 33.5^0 am 12. (in Vesoul im französischen Grenzgebiete; in Deutschland 32^0 in Nürnberg, im Norden aber kaum wenige Zehntel über 30^0) und 0.6^0 am 18. in Lauenburg in Hinterpommern, welches sich durch besonders tiefe Minima auszuzeichnen pflegt. Dafür weist dieselbe Station in ganz Deutschland — Norden wie Süden — die größte Anzahl heiterer Tage, nämlich 14, auf; die meisten trüben aber Mitteldeutschland, darunter an der Spitze Hannover und Erfurt mit 19 und 17.

Die Zahl der Stunden mit wirksamem Sonnenschein war besonders hoch im kontinentaleren Osten; sie erreichte 304, also im Tagesdurchschnitt über 10, in Samter in Posen — dagegen nur 183 in Aachen, auf dem Brocken gar nur 161.

Die Niederschlagsmengen waren relativ am stärksten, d. h. es zeigt sich der größte Überschuß gegen die Durchschnittswerthe des Monats, im mittleren und westlichen Norddeutschland, wo bis zu 170—190% der normalen Summen gemessen worden sind (Hannover, Westerland, Kassel). Am trockensten war es im Osten: der Fehlbetrag erreicht 60% in Lauenburg, 50% in Posen, über 30% in Breslau; aber auch Süddeutschland, wie vor Allem die Rheinpfalz,

Digitized by Google

Lothringen, der südliche Schwarzwald und der größte Theil von Württemberg waren viel zu trocken. Das rechtsrheinische Bayern dagegen weist fast normale Ziffern auf. Die geographische Vertheilung des Niederschlages ist aus dem beifolgenden Kärtchen ersichtlich; die absolut größte Monatssumme wird aus Idria (Krain) mit 355 mm berichtet, die geringste aus Gramm in Schleswig mit nur 8 mm.

Die starke Gewitterthätigkeit ist bereits betont worden; die höchste Anzahl der Gewittertage meldet der Hohenpeißenberg in Bayern mit 14 (also jeden zweiten Tag!), in Norddeutschland aber Neustrelitz mit 12.

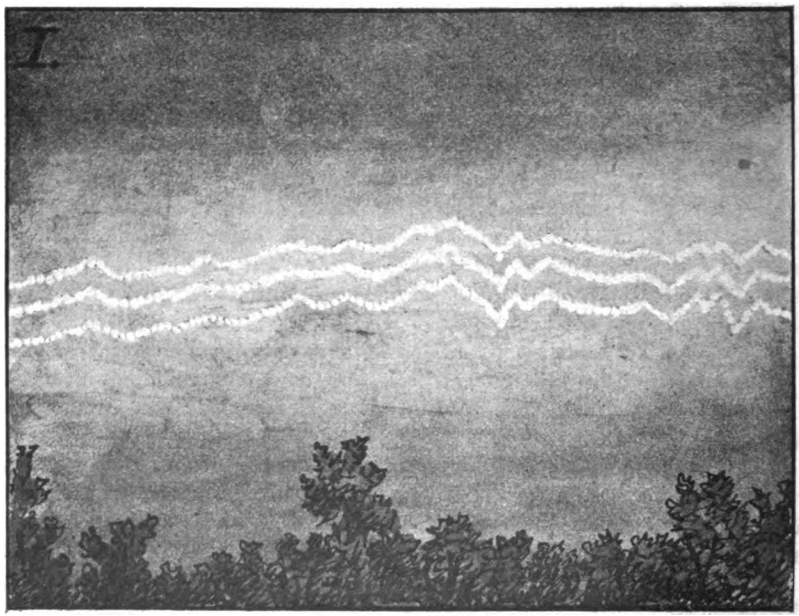
J. V.: A. Berson.

Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

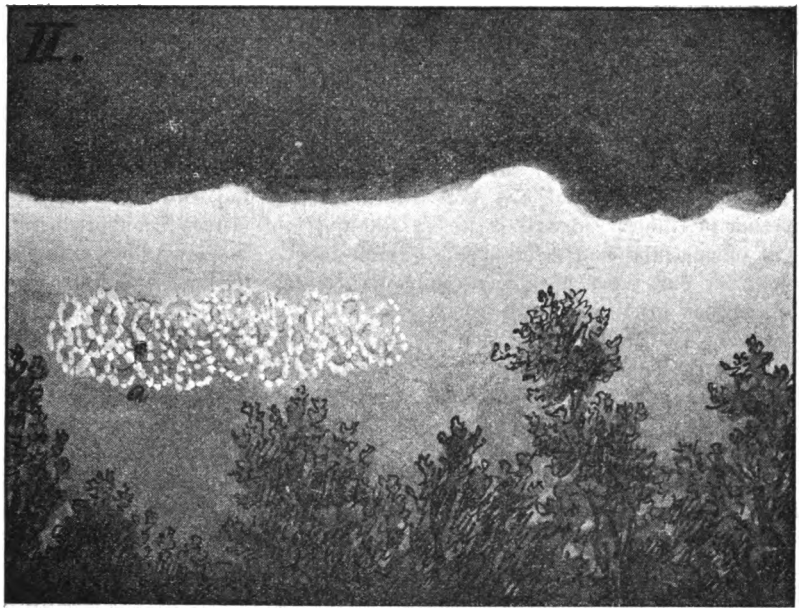
Gewitter. Während des starken Gewitters, welches am 29. Juli von $6^1/_2$ bis $9^1/_4$ Uhr p. M. M. E. Z. aus SW kommend, über Cassel nach E und NE zog, wurden einige merkwürdige Blitze beobachtet. Von 7—8 p wogte das Gewitter im Zenit hin und her, der Himmel nach E war eine gleichmäßige dunkle Wolkendecke.

Da zogen um 8 h 12′ plötzlich drei grelle Blitze gleichzeitig am E himmel von N nach S in einer Höhe von 75° über dem Horizonte verhältnismäßig sehr langsam. Die drei Strahlen gingen in allen ihren geringen Hin- und Herbiegungen genau parallel. Die Breite der Zwischenräume war etwa die achtfache der Strahldicke. Nun bestand aber jeder Strahl nicht aus einer kontinuirlichen Lichtlinie, sondern aus eng perlschnurartig aneinander gereihten glänzenden Kügelchen. Diesem Aussehen entsprach auch der nach $2^1/_2$ Sekunden erfolgende Donner, welcher sich genau anhörte, wie kurze dumpfe Paukenschläge mit nur minimalen Zeitintervallen zwischen den einzelnen Tönen.

Die tiefschwarze Wolkendecke schob sich nach E langsam weiter und war mit ihrem ziemlich scharf abgegrenzten Rande um 8 h 26′ p bis auf eine Höhe



Digitized by Google



von 60° vorgeschoben. Da flammte plötzlich zwischen beiden Wolkendecken ein breiter Flächenblitz auf, die dunkle untere Wolkenmasse noch schärfer abhebend.

Einen Moment später sprang aus der erleuchteten oberen Wolkendecke an der linken (N) Seite des Gewitterfeldes plötzlich ein feiner sehr greller Blitz in einem ganz eigenthümlich schlangenwindungartigen Laufe etwa aus Punkt a und bewegte sich in einem abgeschlossenen Raume von 20° N—S und 5° vertikal mehrmals hin und her. Auch dieser Blitz bestand nicht aus einem kontinuirlichen Lichtstrahle, sondern aus perlschnurartig aneinandergereihten grell leuchtenden Kügelchen.

Die überaus zierliche Erscheinung hatte ganz das Ansehen, als wenn ein Haufen durcheinander gewundener Perlenschnüre grell beleuchtet, plötzlich in eine rasche, fortlaufende, rythmische Bewegung versetzt wird.

Innerhalb acht Minuten wiederholte sich dieses Phänomen in wenig veränderter Weise und an demselben Punkte dreimal. Ein Donner wurde keinmal gehört.

NB. Meine Augen haben leider die frühere Schärfe nicht mehr, sonst müßten die leichten Blitzpünktchen sich wie bei Perlenschnüren berühren.

Cassel. Prof. Dr. Möhl.

* * *

Kugelblitz. Veranlaßt durch einen Artikel in der „Gartenlaube" über Kugelblitze, gestatte ich mir Ihnen eine diesbezügliche Beobachtung mitzutheilen, die ich vor ungefähr 32 Jahren gemacht habe: Es war an einem Maiabend in jener Zeit, als ich, ein ungefähr 9jähriger Knabe in die Kath. Stadtkirche in Bruchsal zur sogenannten Maiandacht ging. Da ein ziemlich heftiges Gewitter im Anzuge war, so blieb ich in einer der gothischen Nischen, welche gedeckte Vorplätze zu den Eingängen der Kirche bilden, stehen, um den Verlauf des Gewitters zu beobachten. Nachdem schon verschiedene starke Blitze, von heftigen Donnerschlägen begleitet, sich entladen hatten, sah ich plötzlich nach einem weiteren

Digitized by Google

Blitzschlag in der Nähe der Kirchthurmspitze eine weißglühende Kugel von der Größe eines großen Billardballes, welche langsam in leichter Zickzacklinie hierniederschwebte und in der Höhe des Glockenstuhles kurze Zeit stehen blieb, worauf sie in horizontaler Richtung sich langsam in den Thurm hineinbewegte, (vielleicht von Glockenmetall angezogen?) und darin verschwand, worauf nach einigen Sekunden ein Glockenschlag ertönte, wie das Anschlagen eines harten Gegenstandes an die Glocke, und nach einigen Sekunden schwebte die Feuerkugel wieder ziemlich horizontal aus dem Thurm heraus und senkte sich langsam wiederum in leichter Zickzacklinie in der Richtung auf meinen Standort herab, bis sie in ungefähr 5 m Höhe über der Erde und ca. 10 Schritte von mir entfernt in der Luft stehen blieb, um dann nach einigen Sekunden vollends zur Erde, auf das inzwischen durch den Regen schon etwas naß gewordene Pflaster zu schweben, bei dessen Berührung sie unter knisterndem Geräusch in Funken auseinanderfuhr und gegen meine Erwartung gänzlich spurlos verschwand, denn ich war gleich nach dem Verschwinden darauf zugelaufen in der Hoffnung, die Theile davon auf der Erde zu finden, fand aber garnichts vor, nicht einmal eines auffallenden Geruches kann ich mich entsinnen. Dies meine Beobachtung, welche sehr lebhaft in meiner Erinnerung haften blieb, und die ich Ihnen hiermit zur Verfügung stelle, um damit zu den Forschungen der Wissenschaft das in meinen Kräften stehende beizutragen.

Karlsruhe. Hermann Holl.

Mittheilung des Königl. Meteorologischen Instituts über die Besichtigung der Observatorien auf dem Brocken und der Schneekoppe.

An die Beobachter auf dem Brocken und der Schneekoppe treten häufig die Besucher jener Berggipfel mit dem Ersuchen heran, ihnen die Besichtigung des Observatoriums zu gestatten.

Es bedarf wohl kaum des Hinweises, daß solche häufig wiederkehrenden Besuche geeignet sind, dem Beobachter nennenswerthe Schwierigkeiten zu bereiten und Störungen herbeizuführen, welche eine gewissenhafte Ausführung der umfangreichen dienstlichen Obliegenheiten desselben ungünstig beeinflussen müssen.

Aus diesem Grunde ist es dringend geboten, den Zutritt zu den Räumen der Observatorien auf das Äußerste zu beschränken und die Erlaubnis zum Besuche derselben nur in besonderen Fällen zu gewähren; vornehmlich aber muß betont werden, daß der Aufenthalt auf der Plattform nur ganz ausnahmsweise gestattet werden kann.

Im Hinblick auf mehrfache Anfragen von Seiten der meteorologischen Beobachter des preußischen Netzes ist jedoch der Direktor gerne bereit, denjenigen Persönlichkeiten, welche ein hervorragend wissenschaftliches Interesse an den instrumentellen Einrichtungen daselbst besitzen, auf ein dahingehendes Gesuch die Genehmigung zur Besichtigung zu ertheilen.

Doch muß ausdrücklich bemerkt werden, daß der Besuch der Observatorien zur Zeit einer Beobachtung völlig ausgeschlossen ist.

Berichtigungen.

Auf Seite 150 (Heft 7) sind die beiden Clichés, welche die Eddy- und Hargrave-Drachen darstellen, unrichtig eingesetzt worden; dieselben müssen um 90° nach links gedreht werden.

Auf Seite 141 (Heft 6) fehlt bei der Notiz „Sonnenringphänomen" das Datum, der 2. Juni 1900.

Digitized by Google

Ueber den Einfluß der Schneedecke auf das Klima der Alpen.

Von Prof. Eduard Brückner in Bern.

Von allen Charakterzügen, die die Alpen auszeichnen, ist keiner dem Bewohner der Ebene so reizvoll, wie der ewige Schnee, in den sich die höchsten Gipfel hüllen; nichts zieht ihn so sehr an, wie die weithin leuchtenden Ferner. Die Schneemassen, die hier den Sommer überdauern, scheinen ihm wie eine fremde Welt, ist ihm doch der Schnee nur ein Begleiter des Winters, der im Herbst sich einstellt und im Frühling schwindet. Und in der That sind jene hochthronenden Ferner Zeugen eines fremden Klimas, in das die Gipfel der Berge hineinragen, einer klimatischen Zone, die sich überall in verhältnismäßig geringer Höhe über uns Bewohnern der Thäler und Ebenen findet und erst viele, viele Tausende von Kilometern weiter nördlich in der Polarregion in das Tiefland herabsteigt. Die Schneemassen der Alpengipfel stellen am prägnantesten die Thatsache vor Augen, daß mit zunehmender Erhebung über den Meeresspiegel die Temperatur sinkt und das Klima immer kälter und kälter wird. Freilich zeugen auch Erscheinungen der organischen Welt, vor allem der Pflanzenwelt, hiervon. Allein die nur allmählich sich vollziehende Änderung im Pflanzenkleid springt nicht so in die Augen, wie der Kontrast der grünen Vegetationszone in der Tiefe und der blendend weißen Schneefelder des Hochgebirges, der in seiner überwältigenden Pracht immer wieder und wieder den Blick fesselt.

Die Fläche, die in den Alpen dauernd unter Schnee und Eis begraben ist, ist nicht groß, wenn wir sie mit der Ausdehnung des Gebirges vergleichen. Ed. Richter hat das Gletscherareal der Ostalpen, östlich einer vom Rhein über den Splügen zum Comersee gezogenen Linie, zu 1462 km² bestimmt; das sind nur etwa 1½ % des Areals der Ostalpen. Größer ist schon der Antheil, den die Gletscher am Boden der Schweiz nehmen. Die gesamte Gletscherfläche der Schweiz beträgt 1840 km². Diese 1840 km² bilden 4½ % des ganzen Schweizer Landes und 7½ % der Schweizer Alpen. Für die französischen und italienischen Theile des Gebirges fehlen leider noch genaue Zahlen. Doch dürften im ganzen etwa 2¼ % des Areals der Alpen vergletschert sein.

Digitized by Google

Man sollte meinen, bei so kleinen Flächen könne der Einfluß auf das Klima der Umgebung nicht groß sein. Doch ist er dazwischen recht wohl zu erkennen. Wenn man sich etwa im Hochsommer einem im Hintergrunde eines Thales liegenden Gletscher nähert, so spürt man oft vom Gletscher her einen kalten Wind. Es ist die Luft, die sich durch Berührung mit dem Eis abgekühlt hat und nun thalabwärts fließt und die Abkühlung oft mehrere Kilometer weit trägt. Diese Luftbewegung kann unter Umständen erhebliche Heftigkeit gewinnen. Aus den Anden Südamerikas schildern Stübel und Reiß solche Winde, die durch den Temperaturunterschied zwischen der Luft über dem Firn und der über den schneefreien Thälern hervorgerufen werden und so heftig sind, daß sie Roß und Reiter umwerfen und das Reisen am Tage dazwischen einfach unmöglich machen; mit solcher Gewalt strömt die erkaltete Luft von den Firnflächen ab.

Wenn nun auch, wie das Beispiel lehrt, die ewigen Eisfelder der Alpen das Klima der ihnen zunächst benachbarten Thäler beeinflussen, so bleibt doch in der That ihre Wirkung immer beschränkt, Dank sei es ihrer geringen Ausdehnung. Allein die Schneeflächen verändern ihre Größe im Laufe des Jahres; sie steigen in der kalten Jahreszeit herab von ihrer Höhe und decken das ganze Gebirge bis zu seinem Fuß zu. Mit ihrer Fläche wächst auch ihr Einfluß auf das Klima. Nicht im Sommer, sondern im Winter ist daher dieser Einfluß am größten. Auf diese Jahreszeit wollen wir uns daher auch im Wesentlichen beschränken.

Um den Einfluß der Schneedecke auf das Klima der Alpen zu verfolgen, bedarf es zunächst einer genauen Kenntnis der Ausdehnung der Schneedecke. Damit sieht es aber zur Zeit noch schlecht aus. Beobachtungen über die Ausdehnung der Schneedecke in verschiedenen Jahreszeiten sind leider sehr spärlich. Es existiren nur zwei durch viele Jahre hindurch fortgesetzte Beobachtungsreihen über die Höhe der unteren Schneegrenze im Gebirge und ihre Änderung von Monat zu Monat. Die eine wurde während der Jahre 1829—51 am Säntis gewonnen,*) die andere von Prof. A. von Kerner während der Jahre 1863—78 an den Gebirgen des Innthals bei Innsbruck. Dabei wurden die Beobachtungen im Innthal getrennt für den Nordabhang und den Südabhang gemacht.**) Wir stellen hier die interessanten Zahlen zusammen, lassen jedoch die Daten für Januar und Februar fort; in diesen Monaten ließ sich die Höhe der Schneegrenze oft nicht

*) Die Resultate dieser Reihe sind in der Zeitschrift des D. u. Ö. Alpenvereins, der dieser Artikel entnommen ist, Bd. XVII S. 49 mitgetheilt.

**) Vgl. hierüber die große Abhandlung von F. von Kerner: Untersuchungen über die Schneegrenze im Gebiete des mittleren Innthales, LIV. Band der Denkschriften der math. nat. Cl. der Wiener Akad. der Wiss. Wien 1887.

Digitized by Google

bestimmen, weil sie unterhalb der Beobachtungsstation irgendwo draußen in der Ebene lag. Ebenso blieb der August fort, weil dann die Gehänge der Berge oft bis zur Spitze hinauf schneefrei werden und daher hier die Höhe der Schneegrenze gleichfalls nicht beobachtet werden konnte.

Höhe der unteren Grenze der Schneedecke in verschiedenen Monaten.

	im Innthal		am Säntis
	Südhang	Nordhang	
	m	m	m
März	960	720	720
April	1270	1110	910
Mai	1700	1540	1310
Juni	2190	2030	1910
Juli	2680	2470	2530
August	—	—	—
September	3210	2760	2470
Oktober	2150	1890	1740
November	1300	1010	1020
December	740	680	740

Würden noch für eine Reihe anderer Punkte der Alpen, besonders im Westen und Süden derselben, ähnliche Beobachtungen vorliegen, dann ließe sich die interessante Frage beantworten, wie groß in den verschiedenen Monaten die schneebedeckte Fläche ist. Damit wäre eine wichtige Grundlage für die Frage nach dem Einfluß der Schneedecke auf das Klima der Alpen gewonnen.

Von den staatlichen meteorologischen Stationen beobachten nur diejenigen Bayerns regelmäßig die Schneedecke. Die kgl. bayerische meteorologische Centralstation in München hat das Verdienst, zuerst von allen amtlichen meteorologischen Centralstellen Europas die Beobachtung der Schneedecke für ihre Stationen für obligatorisch erklärt zu haben.*) Diese Beobachtung ist dabei sehr intensiv. Die Stationen begnügen sich nicht damit, einfach in ihren Tagebüchern zu notiren, ob Schnee liegt oder nicht, sondern messen direkt die Dicke der Schneelage an Schneepegeln, die an geeigneten Punkten aufgestellt werden. Die Beobachtungen begannen im Winter 1886/87. Wenn sie noch eine Reihe von Jahren fortgeführt sein werden, dann wird es möglich sein, mit ihrer Hülfe genau die mittlere Höhe der Schneegrenze in den bayerischen Alpen wenigstens für die Monate zu bestimmen, wo sie unterhalb der Höhe des Wendelsteins liegt, d. h. von Oktober bis Ende

*) Nur die Beobachtungen des Netzes der Naturforschenden Gesellschaft von Katharinenburg beginnen früher.

Digitized by Google

Mai. Nach einer Zusammenstellung der Beobachtungen der Stationen Miesbach (717 m), Hochkreuth (989 m) und Wendelstein (1730 m) während der 5 Winter 1886/87 bis 1890/91 fand ich, daß in der Umgebung des Wendelsteins die untere Schneegrenze im Mittel im Oktober noch über 1700 m, im November in rund 1000 m, von December bis März unter 900 m, im April in 1000 m und im Mai in 1700 m lag. Trotz der sehr kurzen Beobachtungszeit stimmen diese Zahlen ziemlich gut mit den für den Säntis und das Innthal gefundenen überein.

So wenig wir auch zur Zeit noch über die Ausdehnung der Schneedecke in den verschiedenen Monaten wissen, so sind wir doch schon im Stande, eine ganze Reihe von Schlüssen auf den Einfluß zu ziehen, den die Schneedecke auf die klimatischen Verhältnisse der Alpen speciell im Winter ausübt. Von einer abschließenden Untersuchung kann freilich keine Rede sein; dazu reicht das Material nicht aus. Der Zweck der nachfolgenden Ausführungen ist vielmehr, zur Anstellung von Beobachtungen anzuregen, deren Bearbeitung später einmal im Einzelnen die Frage zu verfolgen gestatten wird. Aus dem gleichen Grunde beschränke ich mich auf die Darstellung des Einflusses der Schneedecke auf die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft. Ehe wir jedoch an diese Hauptaufgabe gehen, müssen wir einen Blick auf die physikalischen Eigenschaften der Schneedecke werfen, die jenen Einfluß bedingen.

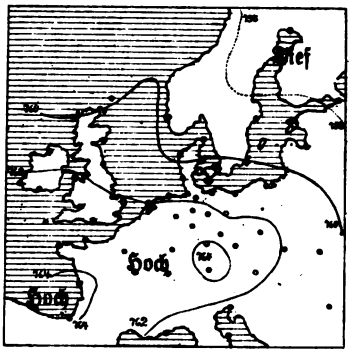
Die physikalischen Eigenschaften der Schneedecke.

Die Luft hat, besonders wenn sie trocken ist, die Eigenschaft, die Wärmestrahlen, die uns die Sonne sendet, ziemlich ungehindert durchgehen zu lassen; sie erwärmt sich hierbei direkt nur außerordentlich wenig. Die Strahlen gelangen daher fast in ihrer vollen Stärke bis an die Erdoberfläche, die sie gierig verschluckt, sich hierbei erwärmend. Von diesem Vorgang kann man sich jederzeit im Gebirge überzeugen. Mißt man auf einem Gipfel mit einem Thermometer, das vor den direkten Sonnenstrahlen geschützt ist, die Temperatur der Luft, so ist diese immer sehr gering, während die dunklen Felsen und ebenso die dunkle Kleidung des Bergsteigers durch die Sonnenstrahlen stark erhitzt sind.

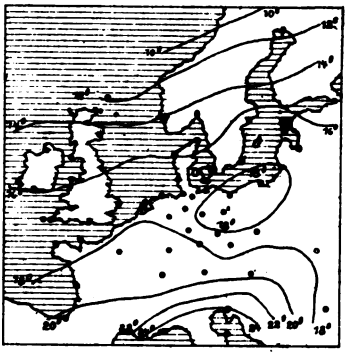
Von der Erdoberfläche aus theilt sich die Wärme durch Leitung den unmittelbar anliegenden Luftschichten mit; die Erdoberfläche spielt also gleichsam die Rolle einer Ofenfläche. Daher ist es für die Temperatur der Luft außerordentlich wichtig, ob die Fläche, auf der sie ruht, sich rasch oder langsam zu erwärmen oder abzukühlen vermag. Wo die Unterlage rasch eine hohe Temperatur anzunehmen im Stande ist, da steigt auch die Temperatur der Luft hoch hinauf; wo aber die Unter-

Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.
1900. Heft 9.



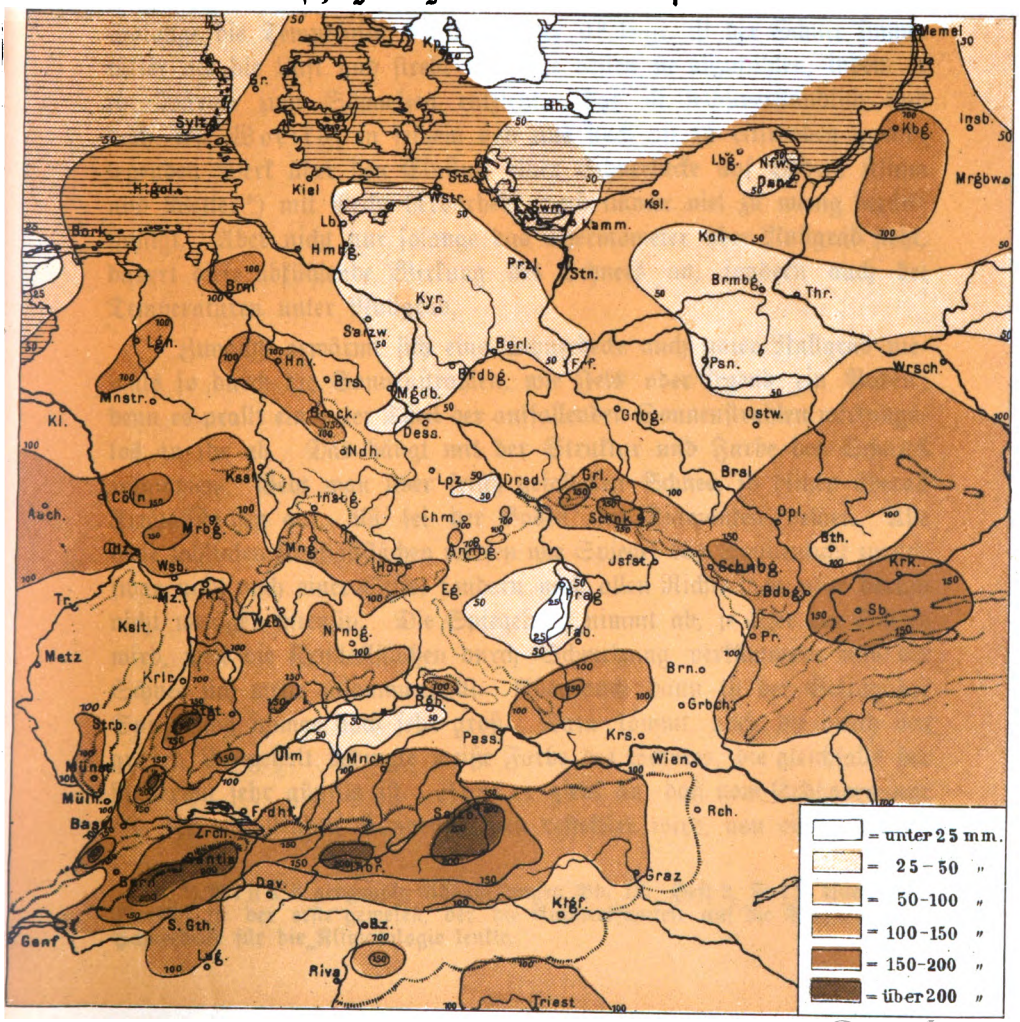
Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen. (C°.)
(8h früh)

Juli 1900.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

lage, z. B. wenn sie aus Wasser besteht, sich nur sehr langsam und wenig erwärmt, da bleibt auch die Temperatur der Luft niedrig. Genau ebenso ist es mit der Abkühlung: je tiefer die Temperatur ist, die die Unterlage annimmt, desto tiefer sinkt auch die Temperatur der Luft.

Diese enge Beziehung zwischen der Temperatur der Luft und der Temperatur ihrer Unterlage besteht auch dann, wenn der Boden mit Schnee bedeckt ist. Die Temperaturverhältnisse der Oberfläche einer Schneedecke weichen nun in Folge der physikalischen Eigenschaften des Schnees in mancher Beziehung von den Temperaturverhältnissen eines nackten Bodens ab; das beeinflußt selbstverständlich auch die Temperatur der Luft.

Schnee vermag niemals eine Temperatur über 0^0 anzunehmen. Hat er die Temperatur von Nullgrad erreicht und wird ihm noch weiter Wärme zugeführt, so benutzt er diese ausschließlich zum Schmelzen. Solange die Temperatur der Luft über 0^0 liegt, ist der Schnee immer kälter als die Luft und strebt in Folge dessen sie abzukühlen, indem er ihr Wärme zum Schmelzen entzieht. Das ist selbstverständlich und doch, wie Woeikof in seinem von uns noch oft zu citirenden grundlegenden Werk über den Einfluß einer Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter*) mit Recht hervorhebt, noch immer viel zu wenig berücksichtigt. Aber nicht nur solange das Thermometer über Nullgrad steht, dauert diese abkühlende Wirkung des Schnees an, sondern auch bei Temperaturen unter Nullgrad.

Zunächst erwärmt sich eine Schneedecke auch unter Nullgrad niemals so durch die Sonnenstrahlen, wie Fels oder irgend ein Boden; denn es prallt ein guter Theil der auffallenden Sonnenstrahlen wirkungslos an ihr ab. Das hängt mit der Struktur und Farbe des Schnees zusammen. Geht man über frisch gefallenen Schnee, so blitzen überall Krystallflächen auf, als sei der Boden mit Diamanten besäet. Alle diese zahllosen Krystallflächen werfen wie Spiegel das Sonnenlicht zurück, zwar nicht nach einer Seite, sondern nach allen Richtungen, aber darum nicht weniger intensiv. Die Spiegelung nimmt ab, je älter der Schnee wird, weil die Krystallflächen durch Schmelzung verkümmern und der Schnee sich mehr zusammenballt. Aber auch dann ist der Betrag der Spiegelung immer noch sehr groß. Dazu kommt noch die durch den großen Luftgehalt bedingte weiße Farbe des Schnees, die gleichfalls der Reflexion sehr günstig ist. Zenker giebt an, daß vom Erdboden nur $^1/_{30}$ der einfallenden Sonnenstrahlen reflektirt wird, von einer Schnee-

*) Penck's geograph. Abhandlungen Bd. III, Heft 2, S. 15, Wien 1889. Woeikof ist der erste gewesen, der die Aufmerksamkeit auf die Bedeutung der Schneedecke für die Klimatologie lenkte.

Digitized by Google

fläche aber $^1/_6$.*) Mir scheint diese Zahl viel zu klein, besonders für frisch gefallenen Schnee. Man denke nur an die enorme Licht- und Wärmewirkung der vom Schnee reflektirten Sonnenstrahlen, die man bei Wanderungen über sonnige Firnflächen empfindet. Die Haut bräunt sich in kürzester Zeit und Sonnenbrand stellt sich ein. Da schon weißes Papier rund 40% der Lichtstrahlen reflektirt, so dürfte die Reflexion des frisch gefallenen Schnees allermindestens $^1/_3$ erreichen, also mindestens zehnmal so groß sein als die des Erdbodens. Leider fehlen noch genaue Versuche hierüber. Alle reflektirten Sonnenstrahlen sind nun für die Erwärmung der Schneefläche verloren. Es ist daher bei einer Schneedecke die für die Erwärmung disponibel bleibende Wärme viel geringer als beim nackten Erdboden.

Während einerseits in dieser Weise durch die Spiegelung die Erwärmung einer Schneedecke vermindert wird, hat sie andererseits die Fähigkeit, sich stark abzukühlen, Dank sei es ihrem großen Vermögen, Wärme auszustrahlen.

Das Wärmeausstrahlungsvermögen eines Körpers hängt bekanntlich von der Größe seiner Oberfläche ab. Körper, deren Oberfläche durch eine Politur auf ein Minimum reducirt worden ist, strahlen am wenigsten Wärme aus; je rauher die Oberfläche dagegen ist, desto größer ist sie und desto größer ist der Wärmeverlust durch Ausstrahlung. Die Oberfläche einer Schneedecke zeichnet sich nun durch eine ganz außerordentliche Rauhigkeit aus, obwohl sie die Unebenheiten des Terrains ausfüllt und daher dem Auge weit ebener als der Erdboden erscheint. Eine Schneeflocke besitzt nämlich eine im Vergleich zu ihrem Rauminhalt sehr große Oberfläche und viele Spitzen, die die Ausstrahlung befördern. In der Schneedecke liegen zahllose solche Flocken neben einander; die ausstrahlende Oberfläche einer Schneedecke ist daher viele Mal größer als das Areal, das sie einnimmt. Das setzt sie in Stand, sich bei klarem Wetter, vor allem Nachts, ganz außerordentlich abzukühlen. Das Ausstrahlungsvermögen ist am größten bei frisch gefallenem Schnee; daher vermag er sich am tiefsten abzukühlen. Je älter der Schnee wird, desto kleiner wird durch das Abschmelzen der Eisspitzen und das Zusammenschmelzen der Krystalle die Oberfläche der Schneedecke und entsprechend vermindert sich ihre Fähigkeit, durch Ausstrahlung intensiv zu erkalten.

Die Abkühlung der Schneeoberfläche wird noch ganz besonders dadurch vergrößert, daß in Folge der sehr geringen Fähigkeit des Schnees, Wärme zu leiten, die durch Ausstrahlung verlorene Wärme der obersten Schicht nur sehr unvollkommen von unten durch Leitung

*) Vertheilung der Wärme an der Erdoberfläche. S. 63, Berlin 1888.

Digitized by Google

ersetzt werden kann, wie das beim Erdboden geschieht. Das geringe Wärmeleitungsvermögen des Schnees hängt von seiner fedrigen Struktur ab, die es mit sich bringt, daß zwischen den einzelnen Krystallen mit Luft gefüllte Hohlräume in großer Zahl vorhanden sind. Von der Größe dieser Luftmasse im Schnee macht man sich in der Regel gar keine rechte Vorstellung. Sie läßt sich leicht berechnen; man braucht nur zu messen, wie viel Wasser eine Schneedecke von bestimmter Mächtigkeit beim Schmelzen liefert. Solche Bestimmungen sind erst in den letzten Jahren in größerer Zahl ausgeführt worden; jedoch fehlen sie noch fast ganz aus dem Gebiet der Alpen. Die vollständigste Reihe von Beobachtungen gewann Abels in Katharinenburg, wo der Schnee ebenso wie in den Alpen nicht selten bei recht tiefen Temperaturen fällt.*) Abels fand, daß das Verhältnis des Schnees zu dem durch Schmelzen erhaltenen Wasser bei frisch gefallenem Schnee zwischen 1 : 7.0 und 1 : 45.0 schwankt; d. h. eine 100 cm dicke frisch gefallene Schneelage ergiebt eine Wasserschicht von nur 2.2 bis 14.3 cm Tiefe oder eine kompakte Eisschicht von nur 2.4 bis 15.9 cm Dicke. P. Schreiber hat in Chemnitz ganz entsprechende Werthe gefunden: 1 : 6.6 bis 1.34.**) Demnach besteht frisch gefallener Schnee zu 83 bis 97 % seines Rauminhaltes aus atmosphärischer Luft und nur zu 3 bis 17 % aus reinem Eis. Dabei ist der Luftgehalt immer größer, je tiefer die Temperatur und je schwächer der Wind während des Schneefalls war. Viel fester gepackt liegt der Schnee, wo er von einem starken Wind zusammengeweht ist, also in Schneewehen. Hier enthält er nach Abels nur 63 bis 76 % Luft. Im Laufe der Zeit packt sich der Schnee, er sinkt zusammen. Einerseits ist es wohl das Gewicht der Schneemassen selbst, das sie zusammendrückt. Dann aber spielt das abwechselnde Schmelzen und Wiedergefrieren ohne Frage eine große Rolle. Während dieses Zusammensinkens wird Luft ausgetrieben. Das hat Abels sehr schön beobachtet, indem er die Dichte der untersten am Eingang des Winters gefallenen Lage der Schneedecke durch den ganzen Winter hindurch beobachtete. Der Luftgehalt sank von 84 % gleich nach dem Fall bis zum Ausgang des Winters auf 67 %; dann schmolz die Schneedecke ganz fort. Im Hochgebirge hat man Gelegenheit, diesen Proceß der Austreibung der Luft noch weiter zu verfolgen. Nach Ratzel enthielt Firn in den Tiroler Alpen 55 % und blasenarmes Firneis von der Zunge größerer Firnflecken nur noch 33 % Luft, und dieser Luftgehalt vermindert sich immer mehr und mehr, je älter der Firn wird, bis er auf wenige Procent herabsinkt, wenn der Firn sich in altes Gletschereis verwandelt hat.***)

*) Repertorium für Meteorologie Bd. XV.
**) Meteorologische Zeitschrift 1889, S. 141.
***) Ebenda S. 433.

Digitized by Google

Luft ist bekanntlich ein sehr schlechter Wärmeleiter, daher verringert die in der Schneedecke enthaltene Luft das Leitungsvermögen des Schnees ganz außerordentlich. Hieraus geht ohne weiteres hervor, daß der Schnee um so besser leitet, je weniger Luft er enthält. Da jede Schneedecke nach ihrer Entstehung Luft verliert, und sich der Struktur des Firns und Eises nähert, so wächst mit ihrem Alter auch ihr Leitungsvermögen.

Die Eigenschaft des Schnees, die Wärme schlecht zu leiten, ist jedem Landmann wohl bekannt. Unzählige Mal hat er die Erfahrung gemacht, daß die Schneedecke der Kälte das Eindringen in den Boden wehrt und seine Saaten vor dem Erfrieren schützt: die Schneedecke hält die Wärme des Bodens fest. Das ist durch verschiedene Messungen der Bodentemperatur im einzelnen gezeigt worden. Es kann sich die oberste Schicht der Schneedecke außerordentlich abkühlen, ohne daß eine Wärmezufuhr von unten hindernd eintritt. Das äußert sich darin, daß die Temperatur des Schnees sehr rasch von der Oberfläche abwärts zunimmt. Woeikof giebt auf Grund der Beobachtungen der beiden Becquerel eine Zunahme von 0.31 bis 0.36° pro Centimeter an. Doch steigert sich die Zunahme sicher oft noch weit mehr. Am 18. Januar 1893 beobachtete ich auf der Terrasse der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt in Zürich um 6 Uhr abends eine Temperatur der Schneeoberfläche von —20.1° C, während in 12 cm Tiefe eine Temperatur von —6.1° herrschte. Das giebt auf 12 cm eine Temperaturdifferenz von 14.0° oder auf einen Centimeter 1.2°. Da die Zunahme jedenfalls nicht gleichmäßig erfolgte, sondern in der Nähe der Oberfläche viel rascher als in der Tiefe, so darf man hieraus schließen, daß der Schnee schon 1 cm unter der Oberfläche einige Grad wärmer sein kann als an der Oberfläche selbst; so sehr hält diese die von ihr durch Ausstrahlung erzeugte Kälte fest. Das ist für uns sehr wichtig.

Fassen wir kurz die Eigenschaften des Schnees zusammen, welche für seinen Einfluß auf die Lufttemperatur in Betracht kommen.

1. Der Schnee vermag sich nie über Nullgrad zu erwärmen, muß also auf die Temperatur der Luft, sobald sie über Null ist, abkühlend wirken.

2. Die Oberfläche des Schnees reflektirt einen relativ großen Theil der auf sie fallenden Sonnenstrahlen und kann sich daher auch bei Frost nicht so rasch erwärmen wie der nackte Boden.

3. Die Oberfläche des Schnees ist der Ausstrahlung außerordentlich günstig und daher im Stande, intensiv zu erkalten.

4. Da das Wärmeleitungsvermögen des Schnees der großen Menge eingeschlossener Luft wegen außerordentlich gering ist, so kann

Digitized by Google

die Abkühlung durch Ausstrahlung nicht durch Wärmeleitung von unten ausgeglichen werden.

5. Das Reflexionsvermögen und das Ausstrahlungsvermögen sind bei einer Oberfläche frisch gefallenen Schnees am größten und nehmen ab, je älter der Schnee wird. Umgekehrt ist es mit dem Wärmeleitungsvermögen. Daher wird unter sonst gleichen Umständen eine frische Schneeoberfläche viel kälter sein als eine alte.

Die Beobachtungen der Schneetemperatur zu Davos.

Beobachtungen über die Temperatur einer Schneeoberfläche sind begreiflicher Weise für die Frage nach dem Einfluß des Schnees auf das Klima von großer Wichtigkeit, leider aber bisher nur für ganz wenige Punkte vorhanden. Die längste Reihe wurde auf der Polarstation Sagastyr an der Lena-Mündung gewonnen. In den Alpen fehlten solche Beobachtungen bisher vollständig. Auf meine Veranlassung haben die Herren F. Imhof und C. Mosca, als Verweser der met. Station in Davos derartige Messungen in dankenswertheſter Weise während der Monate Februar, März und December 1891 und Januar und Februar 1892 angestellt. Die Resultate, die sie ergaben, sind von hohem Interesse.

Die Beobachtungen in Davos wurden dreimal täglich, um 7 Uhr morgens, 1 Uhr mittags und 9 Uhr abends an einem unmittelbar hinter der meteorologischen Station sanft ansteigenden Wiesenhang,*) wenige Meter vom Haus und dem Gehäuse gemacht, in dem sich das Stationsthermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur befand. Dieses hing etwa 3 m über der Schneeoberfläche. Der Wiesenhang selbst wurde während der Nachmittagsstunden von der Sonne beschienen, war aber zur Zeit der Beobachtungen im Schatten.**) Deswegen geben die gemessenen Temperaturen nur z. Th. die Verhältnisse einer freien Schneefläche wieder: die Beobachtungen um 1 Uhr sind an klaren Tagen zu

*) Das ließ sich leider aus äußeren Gründen nicht vermeiden.

**) Es sei hier bemerkt, daß die erhaltenen Temperaturen der Schneeoberfläche Maximalwerthe, d. h. jedenfalls etwas höher sind als die wahren. Das geht schon daraus hervor, daß das Thermometer mehrmals für die Schneeoberfläche Temperaturen über 0° angab, die selbstverständlich unmöglich sind. Folgendes sind die Gründe der zu hohen Angabe: Erstens läßt sich ein geringes Einsinken des Thermometers doch nie ganz vermeiden; daher giebt das Instrument nicht eigentlich die Temperatur der Oberfläche, sondern die der obersten Schicht von einigen Millimetern Dicke an. Zweitens schützt das Thermometer den unter ihm liegenden Schnee etwas vor Ausstrahlung. Der Wärmeverlust, den die glänzende Thermometerkugel durch Ausstrahlung erfährt, ist jedenfalls kleiner als der Wärmegewinn der Schneetheile unter dem Thermometer durch den von diesem ausgeübten Schutz. Allerdings hat Melloni gefunden, daß die Empfänglichkeit des Glases für Strahlung fast so groß sei, wie die des Russes. Allein die neuen Versuche von A. H. Hazen, W. Köppen u. A. haben gezeigt, daß die Empfänglichkeit der Thermometer für Strahlung viel geringer ist als die des Glases und zwischen der des Glases und der des Metalls liegt.

Digitized by Google

tief im Vergleich zu der Temperatur einer der Sonne exponirten Schneefläche. Wir müssen daher im Nachfolgenden nicht vergessen, daß sie sich auf eine Schneefläche im Schatten beziehen. Die Morgen- und Abend-Beobachtung werden davon nicht berührt; denn wie Versuche auf der Terrasse der met. Centralanstalt in Zürich und in meinem Garten in Bern mich lehrten, ist schon kurze Zeit nach Sonnenuntergang die Temperatur einer Schneefläche gleich, mag sie nun am Tage ganz im Schatten oder in der Sonne gelegen haben.

Ich gebe hier zunächst die Monatsmittel der Temperatur der Luft, derjenigen der Schneeoberfläche und die Differenz beider wieder. Hierbei bedeutet das Zeichen +, daß die Lufttemperatur höher war als die Temperatur der Schneeoberfläche, — das umgekehrte. Beigefügt ist außerdem die mittlere Bewölkung, in Zehnteln des sichtbaren Himmelsgewölbes ausgedrückt.

Im Mittel des ganzen Zeitraums war die Temperatur der Schneeoberfläche 3.9° C tiefer als die Temperatur der Luft, und in keinem Monat näherte sie sich der Lufttemperatur auf mehr als 2.2°. Die Differenz war um 9 Uhr abends immer größer als um 7 Uhr morgens, am größten aber um 1 Uhr mittags. Letzteres versteht sich von selbst,

Monatsmittel der Lufttemperatur, der Schneetemperatur, der Differenz beider und der Bewölkung zu Davos.

		7h a. m.				1h p. m.			
	Tage	Temperatur			Bew.	Temperatur			Bew.
		Luft	Schnee	Diff.		Luft	Schnee	Diff.	
1891 Febr.	28	—12.0	—16.7	4.7	2.2	1.9	— 7.2	9.1	1.8
März	31	— 5.3	— 7.0	1.7	6 6	2.9	— 1.1	4.0	6.4
Dezbr.*)	12	— 9.3	—13.9	4.6	4.5	—3.1	—10.1	7.0	4.0
1892 Januar	31	— 9.7	—11.9	2.2	6.2	—1.7	— 6.0	4.3	5.6
Febr.**)	20	— 6.0	— 7.5	1.5	6.6	1.2	— 3.2	4.4	6.6
Mittel	122	— 8.5	—11.4	2.9	5.2	0.2	— 5.5	5.7	4.9

		9h p. m.				Mittel 1/4 (7 + 1 + 9.2			
	Tage	Temperatur			Bew.	Temperatur			Bew.
		Luft	Schnee	Diff.		Luft	Schnee	Diff.	
1891 Febr.	28	— 9.1	—14.7	5.6	1.1	—7.1	—13.3	6.2	1.6
März	31	— 4.0	— 6.0	2.0	5.5	—2.6	— 5.0	2.4	6.4
Dezbr.*)	12	— 8.5	—14.0	5.5	2.5	—7.4	—13.0	5.6	3.4
1892 Januar	31	— 8.8	—11.6	2.8	4.3	—7.3	—10.3	3.0	6.6
Febr.**)	20	— 6.2	— 7.7	1.5	4.2	—4.3	— 6.5	2.1	5.4
Mittel	122	— 7.3	—10.8	3.5	3.5	—5.7	— 9.6	3.9	4.6

*) Es fehlen die ersten 19 Tage des December.

**) Es fehlen 9 Tage, an denen heftiges Schneetreiben ein Ablesen des Thermometers nicht gestattete.

Digitized by Google

da bis nach 1 Uhr die Schneefläche im Schatten lag. Lassen wir die Beobachtungen um 1 Uhr fort und bilden das Mittel allein aus den Beobachtungen um 7 Uhr morgens und 9 Uhr abends,*) so erhalten wir als mittlere Temperaturdifferenz zwischen Luft und Schnee 3.2°. Dieser Unterschied ist größer, als er bisher je gefunden worden ist. Zu Sagastyr an der Lenamündung und zu Katharinenburg, den einzigen Stationen, an denen während mehrerer Monate Beobachtungen der Schneetemperatur angestellt worden sind,**) ist die Differenz zwischen Schnee- und Lufttemperatur im Mittel der Beobachtungen um 7 Uhr morgens und 9 Uhr abends nur 1.8° C, d. h. nicht viel mehr als halb so groß, wie in Davos. Es ist also in Hochthälern, wie in dem von Davos, die Differenz zwischen Lufttemperatur und Schneetemperatur viel größer als in der Ebene. Der Grund hierfür ist leicht einzusehen. Die Ausstrahlung ist in der Höhe viel stärker als in der Tiefe, weil die schirmende Atmosphäre viel dünner und gleichzeitig ärmer an Wasserdampf ist. Einen zweiten Grund werden wir später kennen lernen.

Im Ganzen war nur bei 47 einzelnen Beobachtungen, d. h. bei 13% aller, die angestellt wurden, die Temperatur der Luft gleich oder tiefer als die Temperatur der Schneeoberfläche. Diese 47 Fälle gehören alle Tagen mit Schneefall an und zwar berichtet das Beobachtungstagebuch direkt, daß es bei 43 davon im Moment der Beobachtung schneite. Also nur, wenn es schneit, ist die Schneeoberfläche in Davos wärmer als die Luft.

Dieses Ergebnis legt uns nahe, zu untersuchen, wie sich überhaupt die Differenz zwischen Lufttemperatur und Schneetemperatur im Mittel aller Beobachtungen gestaltet, die angestellt wurden, während Schnee fiel. Dies ist in der nachfolgenden kleinen Tabelle geschehen.

Temperatur der Schneedecke und der Luft bei Schneefall.

7h a. m. (30 Beobacht.)			(1h p. m. 21 Beobacht.)			9h p. m. (24 Beobacht.)		
Temperatur d. Luft	Temperatur d. Schneeoberfläche	Diff.	Temperatur d. Luf.	Temperatur d. Schneeoberfläche	Diff.	Temperatur d. Luft	Temperatur d. Schneeoberfläche	Diff.
—6.3	—6.2	—0.1	—2.2	—1.7	—0.5	—5.6	—5.3	—0.3

Auch im Mittel ist also die Schneedecke bei Schneefall wärmer als die Luft. Das gleiche Resultat erhält man bei Berücksichtigung der Häufigkeit. Es war von allen Beobachtungen mit Schneefall die Schneedecke wärmer als die Luft um 7h morgens an 53% der Fälle, um 1h mittags an 62%, um 9h abends an 60%, und im Mittel an 58%

*) Dieses Mittel ist selbstverständlich kein Tagesmittel.

**) Die Beobachtungen von Chistoni zu Modena sind nicht brauchbar, weil seine Messungen garnicht die Temperatur der Schneeoberfläche geben, sondern die Temperatur in 2 cm Tiefe unter der Schneeoberfläche.

Digitized by Google

der Fälle. Hieraus geht das sehr interessante Resultat hervor, daß in Davos der fallende Schnee meist eine höhere Temperatur besitzt, als die Luft in der Tiefe, in die er hineinfällt. Da der fallende Schnee offenbar die Temperatur der Luftschichten hat, aus denen er stammt, so besagt das nichts anderes, als daß die Luft an der Sohle des Davoser Thales kälter ist, als in einer gewissen Höhe darüber. Das läßt sich nur in der Weise erklären, daß beim Eintritt des Schneewetters die kalte Luft im Davoser Thal stagnirt, während darüber die schneebringenden wärmeren Westwinde dahinbrausen. Eine Bestätigung dieses Resultates durch andere Stationen ist freilich erst abzuwarten.

Vergleichen wir in der Tabelle oben die mittlere Temperatur-Differenz zwischen Schnee und Luft in den einzelnen Monaten mit der mittleren Bewölkung, so erkennen wir deutlich, wie außerordentlich die Temperatur der Schneeoberfläche von der Bewölkung abhängt. Das war schon zu vermuthen, da die Bewölkung in erster Reihe die Größe der Ausstrahlung regelt. Noch klarer erscheint dieser Einfluß, wenn wir die Beobachtungen nach dem Grade der Bewölkung ordnen und dann feststellen, wie groß die Temperaturdifferenz im Mittel bei den einzelnen Bewölkungsgraden war. Das ist in der nachfolgenden kleinen Tabelle geschehen. Die Beobachtungen bei Schneefall, die wir schon oben zu einem Mittel zusammengefaßt haben, sind hierbei fortgelassen worden.

Einfluß der Bewölkung auf die Temperatur der Schneeoberfläche und deren Abweichung von der Lufttemperatur.

	7h a.				1h p.				9h p.			
	Temperatur				Temperatur				Temperatur			
Bew.	Zahl d. Beob.	Luft	Schneeob.	Diff.	Zahl d. Beob.	Luft	Schneeob.	Diff.	Zahl d. Beob.	Luft	Schneeob.	Diff.
0	28	—14.3	—20.4	6.1	31	0.0	—10.0	10.0	49	—9.7	—15.5	5.8
1—4	22	—12.7	—15.7	4.0	23	0.7	— 8.1	8.8	25	—6.4	— 9.6	3.2
5—8	22	— 4.3	— 6.8	2.5	26	1.8	— 1.8	3.6	13	—4.3	— 6.7	2.4
9—10	20	— 4.5	— 5.9	1.4	19	2.2	— 1.0	3.2	18	—3.6	— 4.9	1.3

Diese Tabelle bringt zwei Thatsachen prägnant zum Ausdruck. Zunächst sieht man, wie außerordentlich die Temperatur der Schneeoberfläche von der Bewölkung abhängt. An klaren wolkenlosen Tagen, wenn nichts die Ausstrahlung hindert, ist die Schneeoberfläche am kältesten; je mehr sich der Himmel bewölkt, desto höher steigt die Temperatur. Die Temperatur der Schneeoberfläche ihrerseits zieht die Lufttemperatur nach, aber nicht völlig; es ist nämlich die Differenz zwischen beiden um so größer, je klarer das Wetter ist, so daß an trüben Tagen die Schneeoberfläche durchschnittlich nur um 1—3° kälter ist als die Luft, an klaren Tagen dagegen um 6—10°. Die Differenz steigt bei einzelnen Morgen- und Abendbeobachtungen bis über 12°, mittags so-

Digitized by Google

gar fast bis 14°. Ich muß gestehen, daß ich so große Unterschiede nicht erwartet hatte. Sie sind weit größer, als sie je im Tiefland beobachtet worden sind.

Zur Erklärung dieser gewaltigen Temperaturdifferenzen bei klarem Wetter müssen wir die Wetterlage in Betracht ziehen. Wenn über dem Alpengebirge ein klarer Himmel sich wölbt, so befindet es sich in der Regel im Bereich eines Gebietes mit hohem Luftdruck. Das war auch während unseres Beobachtungszeitraums der Fall. Von den 108 Beobachtungen mit wolkenlosem Himmel fallen 95 auf Tage, wo die Alpen unter der Herrschaft barometrischer Maxima oder Anticyklonen, um ein anderes Wort zu gebrauchen, standen. Bei solcher Wetterlage haben wir die merkwürdige, lange Zeit räthselhafte und erst durch Hann aufgeklärte Erscheinung, daß die Temperatur von der Thalsohle aufwärts bis in erhebliche Höhen zunimmt. Hoher Luftdruck bringt den Höhen im Winter Wärme, den Thälern dagegen Kälte. Das hängt mit der allgemeinen Luftbewegung in Anticyklonen sowie mit den dadurch bedingten Ausstrahlungsverhältnissen des Erdbodens zusammen. In Anticyklonen herrscht eine absteigende Bewegung der Luft vor: die Luftmassen sinken aus großen Höhen herab bis in die Nähe des Erdbodens, um hier in horizontaler Richtung nach allen Seiten hin auseinander zu strömen. Obwohl sie aus einer Höhe von vielen Kilometern stammen, und dort eine sehr niedrige Temperatur besessen haben, kommen sie doch in der Nähe des Erdbodens stark erwärmt an; denn indem sie absteigen, gelangen sie unter immer höheren Druck und werden dadurch komprimirt; Kompression aber bedingt Erwärmung. Diese Erwärmung ist bedeutend; denn sie beträgt 1° C. beim Heruntersinken der Luft um 100 m. Man spürt sie, wie Hann zuerst gezeigt hat, überaus deutlich auf den Gipfeln der Alpen, wo die Luft während einer Anticyklone immer auffallend warm ist. In den tiefen Thälern ist von der Erwärmung dagegen nichts zu merken; hier herrscht im Gegentheil eine eisige Kälte. Diese Kälte in der Tiefe ist eine Folge der starken Ausstrahlung der Erdoberfläche, die durch die Anwesenheit von Schnee noch außerordentlich gesteigert wird. Hierzu tragen die Trockenheit der Luft und die Wolkenlosigkeit des Himmels, wie sie immer in Anticyklonen beobachtet werden, wesentlich bei. Denn je ärmer die Luft an Feuchtigkeit, desto weniger hindert sie die Ausstrahlung. Die niedrige Temperatur der Unterlage theilt sich den untersten Luftschichten mit; denn diese sind besonders wenn sie in geschützten Thälern liegen, in die allgemeine Bewegung der Luft nicht einbezogen — sie stagniren. Je vollständiger die Stagnation ist, desto mehr wird sich offenbar die Luft an der Unterlage abkühlen können und desto kleiner wird daher die Differenz zwischen der Lufttemperatur und der Temperatur der Unterlage, in unserem Fall die

Digitized by Google

Schneeoberfläche, werden. Das trifft alles für Davos genau zu. Wenn unten im Thal strenge Kälte herrscht, dann sind die Höhen erheblich wärmer; das wissen die Einwohner und Kurgäste sehr wohl, obgleich meteorologische Beobachtungen auf den Höhen fehlen.

Daß die Luft bei klarem Wetter, also während eines Barometer-Maximums, in einer gewissen Höhe viel wärmer sein muß als die Schneeoberfläche, ist nach den obigen Ausführungen klar. Daß das aber in Davos schon in der geringen Höhe von 2—3 m über der Schneedecke der Fall ist, scheint auffallend. Würde die Luft hier vollkommen stagniren, so müßte jedenfalls die Schneedecke durch Leitung ihre niedrige Temperatur viel mehr den untersten Luftmassen mittheilen, so daß nur eine kleine Differenz zwischen der Lufttemperatur in 2—3 m Höhe und der Schneetemperatur bestehen könnte. Da das, wie die Beobachtungen lehren, nicht der Fall ist, so muß offenbar die Luft im Davoser Thal sich, wenn auch nur sehr langsam, fortbewegen, so daß sie von absteigender wärmerer Luft ersetzt wird. Dieses langsame Fortfließen läßt sich auch recht gut aus der Lage von Davos in unmittelbarer Nähe einer ganz flachen Wasserscheide erklären, von der das Thal des Landwassers nach Südwesten, das Thal der Landquart (bezw. eines kurzen Seitenbaches dieses Flusses) nach Nordwesten ziehen. In der That giebt das Beobachtungstagebuch an den Tagen, wo Davos im Gebiet eines Maximums liegt, doch fast durchweg eine ganz leichte Luftbewegung aus bestimmter Richtung, aber von der Stärke 0 an, die meist der Richtung des Davoser Thales folgt. Wir können also den Satz aussprechen: Die große Temperaturdifferenz zwischen Luft und Schnee in Davos an klaren Tagen mit anticyklonalem Wetter führt sich auf die langsame Zufuhr durch Absteigen erwärmter Luft von oben zurück, die die langsam thalabwärts fließende Luft ersetzt. Davos hat also gleichsam bei anticyklonalem Wetter eine Gehängelage.

Die große Differenz zwischen Schnee- und Lufttemperatur, die in Davos bei anticyklonaler Wetterlage zu beobachten ist, widerlegt einen von verschiedenen Seiten ausgesprochenen Satz, wonach die Kälte in den tiefen Thälern wenigstens z. Th. durch die an den Thalgehängen Nachts erkalteten und daher zur Tiefe sinkenden Luftmassen verursacht sein soll. Wäre in der That die Schneedecke der Thalgehänge und nicht die der Thalsohle in erster Reihe die Ursache der Kälte der im Thal lagernden Luft, so dürfte diese offenbar nicht wesentlich wärmer sein als die Schneeoberfläche an der Thalsohle. Die Beobachtungen von Davos lehren daher, daß die Ursache der Kälte der Luft an der Thalsohle in der niedrigen Temperatur der Schneedecke am Thalboden selbst zu suchen ist, nicht in

Digitized by Google

der der Schneedecke an den Gehängen. Ich muß gestehen, daß ich auch gar nicht recht einsehen kann, wie die Luft an den Gehängen, die anerkanntermaßen sowohl am Tage als auch in der Nacht wärmer ist als die Luft in der Nähe der Thalsohle, abwärts fließend Kälte zur Thalsohle bringen soll; sie kann doch offenbar nur Wärme bringen, weil sie von vornherein wärmer war und dazu noch beim Abfließen für je 100 m Fall sich um rund 1° erwärmt. Die Davoser Beobachtungen lehren, daß die Quelle der Kälte an den Thalsohlen des Alpenthales bei Anticyklonen noch mehr lokalisirt ist, als man bisher annahm.

Aus der obigen Diskussion folgt ohne weiteres, daß bei ruhigem anticyklonalem Wetter die Temperaturdifferenz zwischen Luft und Schnee an Gehängen besonders groß wird sein müssen, weil hier fortwährend neue warme Luftmassen aus der Höhe nachsinken, die alten zur Tiefe sinkenden zu ersetzen, so daß die Luft hier noch weniger Zeit. hat, sich an den erkalteten Schneeflächen abzukühlen, als in Davos. Beobachtungen hierfür sind freilich erst beizubringen.

Unsere Ausführungen scheinen einem von Woeikof aufgestellten Gesetz zu widersprechen, wonach starke Luftbewegung die Temperaturdifferenz zwischen Luft und Schnee mindert, indem sie die Temperatur des Schnees erhöht. Doch ist dieser Widerspruch nur scheinbar. Es müssen nämlich langsame, kaum merkliche Bewegungen der Luft anders wirken als solche in Form von Winden auftretende. Das ist einfach eine Folge der geringen specifischen Wärme der Luft. Drei Fälle sind zu unterscheiden, wenn eine Luftmasse und eine Schneeoberfläche, die verschiedene Temperaturen besitzen, mit einander in Berührung kommen. Wenn die Luft absolut stagnirt, so muß durch Leitung allmählich ein vollkommener Ausgleich zwischen der Temperatur der Luft und der des Schnees eintreten und zwar wird die Luft bis zur Temperatur des Schnees erkalten, da ihre specifische Wärme im Vergleich zu der des Schnees gering ist; die Temperaturdifferenz wird also sehr klein. Ist die Luft über der Schneefläche in heftiger Bewegung, weht also ein kräftiger Wind, so werden in kurzer Zeit so große Luftmassen über die Schneefläche hinweggeführt, daß trotz der geringen specifischen Wärme der Luft der Schnee fast die Temperatur der Luft annimmt. Auch in diesem Fall ist die Temperaturdifferenz klein. Bewegt sich dagegen die Luft nur äußerst langsam über den Schnee dahin, so hat sie zwar keine Zeit, vollkommen die Temperatur des Schnees anzunehmen, gleichzeitig vermag sie aber auch nicht wesentlich zur Erwärmung des Schnees beizutragen, da der langsamen Bewegung wegen die vorbeigeführten Massen immer nur klein sind; in diesem Fall wird also die Temperaturdifferenz groß werden.

Digitized by Google

Durch die Davoser Beobachtungen erhärten läßt sich diese Deduktion leider nur z. Th.; denn ein absolutes Stagniren der Luft scheint in Davos nicht vorzukommen; ein ganz langsames Auswechseln findet immer statt. Aber auch starke Winde sind der geschützten Lage wegen so gut wie nicht vorhanden. Die Morgenbeobachtungen mit klarem Himmel verzeichnen durchweg die Windstärke 0. Unter den Abendbeobachtungen (9^h abends) finden sich jedoch 4 Beobachtungen bei Wind von der Stärke von 0—1 und 1. (Schluß folgt.)

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im Juli 1900.

Abgesehen vom ersten Monatsdrittel hat der verflossene Juli den Charakter eines heißen Sommermonats getragen, wie er unsern Gegenden nur selten beschieden zu sein pflegt. Die Zahl der Sommertage war bei weitem größer als in irgend einem Monat der vorhergehenden Jahre.

Auf dem ganzen Gebiete kann man zwei Witterungsperioden deutlich unterscheiden, die erste vom 1. bis 11. Juli, die zweite vom 12. bis gegen Monatsschluß. In jener lag Mitteleuropa fast beständig zwischen einem Hochdruckgebiet im Südwesten oder Westen und tiefem Druck im Norden oder Nordosten, so daß nordwestliche Winde vorherrschten, die bisweilen einen stürmischen Charakter annahmen. Kühles, regnerisches Wetter war die Folge. Die Temperaturen lagen unter der normalen, besonders in der Zeit vom 7. bis 10., als die westöstlichen Gradienten für diese Jahreszeit ungewöhnlich steil waren. Am 9. wich die Morgentemperatur in Süddeutschland um mehr als 8^0 von der normalen ab. Die zweite Witterungsperiode, die besonders in den Temperaturverhältnissen raschen Wandel schuf, wurde durch vorwiegend anticyklonales Wetter charakterisirt. Große Hitze bei unbewölktem Himmel verbreitete sich über das ganze Gebiet. Nur vorübergehend wurde dieser Zustand durch abkühlende Gewitter unterbrochen, so am 17., 21. und am 28. und 29. Juli. Trotzdem hat sich in Folge der kühlen Tage zu Anfang Juli das Temperaturmittel des Monats nur um 1—2^0 über das normale erhoben. Im nordöstlichen und nordwestlichen Preußen war die Temperaturabweichung sogar noch kleiner als 1^0, während sie andererseits im Westen 2^0 überschritt. Außer an der Küste und in den Gebirgen überstiegen die absoluten Temperaturmaxima 30^0 meist beträchtlich, so besonders im Süden, wo am 21. sogar mehr als 35^0 an manchen Orten gemessen wurden. (Ingolstadt 36.2^0, Nancy 36.4^0). Zur Charakteristik der Wärmeperiode kann die Thatsache dienen, daß in Stuttgart an elf Tagen ein Temperatur-Maximum von mehr als 30^0 eintrat. Der ganze Sommer des vorigen Jahres hatte nur 5 solche Tage aufzuweisen. In den bisherigen Aufzeichnungen findet sich nur in den Jahren 1865 und 1868 eine so lange Reihe heißer Tage (1868 hatte ebenfalls 11, 1865 sogar 13 Tage mit 30.0^0 und mehr). Das absolute Temperatur-Minimum, das allgemein am Schluß der ersten Dekade beobachtet wurde, lag nur auf den höheren Stationen ungewöhnlich tief. Auf der Schneekoppe, dem Großen Belchen, dem Feldberg und in den bayrischen Alpen kam es am 8. bezw. 9. sogar zu Schneefällen bei Temperaturen unter 0^0. Erwähnenswerth ist ferner, daß im westlichen Theil des Gebiets die vierte Pentade des Juli um mehr als 10^0 wärmer war als die zweite, den größten Gegensatz zeigten diese Pentaden auf den Höhen der süddeutschen Gebirge.

Die Niederschläge waren sehr ungleich vertheilt, eine Folge des Auftretens lokaler Gewitterregen, die zum Theil, und zwar besonders im Südosten auf be-

Digitized by Google

schränktem Raum wolkenbruchartig waren und Überschwemmungen veranlaßten. Die Niederschlagskarte zeigt daher vielfach Gebiete stärkeren Regenfalls auch in den ebeneren nördlichen Theilen Mitteleuropas, wo sonst eine gleichmäßige Vertheilung der Niederschläge die Regel ist. Ein größerer Bezirk mit übernormalem Niederschlag findet sich im Südwesten und im nördlichen Theil der Karpathen.

Schwere Gewitter kamen am 3., 21., 22., 29. und 30. im Süden zur Entladung, vielfach in Begleitung verheerender Hagelfälle. Besonders wurde Südbayern am 3. Juli davon heimgesucht.

Die Bewölkungsziffer blieb um ein bis zwei Skalentheile hinter der normalen zurück. Die Sonnenscheindauer war größer als in einem der Julimonate des letzten Jahrzehnts. Dr. Wilh. Meinardus.

Der Einfluß der Wälder auf das Klima.*)

Von Prof. Dr. J. Schubert.

Die Frage, wie die Wälder das Klima beeinflussen, ist eine vielumstrittene. Aber trotz der zahlreich geäußerten Meinungen ist der Umfang unserer gesicherten Kenntnisse auf diesem Gebiete nicht groß. Bei dem Versuch, die hauptsächlichsten und zuverlässigsten Resultate der bisherigen Untersuchungen hervorzuheben, berücksichtigen wir in erster Linie die Verhältnisse Deutschlands und seiner Nachbarländer. Um nicht durch eine zu allgemeine Fragestellung Mißverständnisse herbeizuführen, zerlegen wir das Thema in Unterfragen.

I. Wie unterscheiden sich die durchschnittlichen Witterungszustände im Walde unter den Bäumen von denen auf benachbarten freien Flächen (Lichtungen)?

Fassen wir zunächst die Bodentemperaturen ins Auge, so ergeben die vieljährigen Beobachtungen an 16 Doppelstationen in Deutschland, daß die Bäume einen beträchtlichen Schutz gegen die Erwärmung im Sommer, aber einen nur geringen gegen die Abkühlung im Winter gewähren. In den Tiefen von 60, 90 und 120 cm war nämlich im Durchschnitt der Waldboden unter

	Kiefern	Fichten	Buchen
im Januar	0.6	0.0	0.2° wärmer,
im Juli	2.7	2.9	2.9° kälter,
im Jahr	0.8	1.2	1.0° kälter

als das benachbarte freie Feld (Acker, Weide).

Über das Verhalten in den einzelnen Tageszeiten geben die vom 15. bis 30. Juni 1879 zu Eberswalde angestellten Beobachtungen Aufschluß. Im Kiefernwalde war der Boden

	um 4 Uhr früh (bald nach Sonnenaufgang)	um 2 Uhr nachmittags
1 cm tief	0.9	5.6
15 „ „	2.2	5.0
30 „ „	2.0	2.2
60 „ „	2.7	2.6
90 „ „	2.8	2.9
120 „ „	2.7	2.7

Grad kälter als im Freien.

Die Lufttemperatur in Kopfhöhe zeigt erheblich geringere Unterschiede. Nach den Ergebnissen der 16 Doppelstationen war im Tagesmittel die Waldluft unter

*) Aus „Forstliche Rundschau“,

Digitized by Google

	Kiefern	Fichten	Buchen
im Januar	0.1	0.3	0.1° wärmer,
im Juli	0.2	0.3	0.5° kälter,
im Jahr	0.1	0.1	0.1° kälter,

als die Luft über den benachbarten freien Flächen.

Für die verschiedenen Tageszeiten legen wir die Beobachtungen zu Grunde, die vom 1. Oktober 1897 bis 1898 im Kiefernbestande zu Eberswalde in etwa 40 m Seehöhe, im Fichtenwalde zu Sonnenberg im Harz in 780 m Höhe und im Buchenwalde zu Friedrichsroda im nördlichen Thüringen in 440 m Höhe, sowie an den benachbarten Feldstationen unter Benutzung neuerer Instrumente angestellt sind. Denselben Beobachtungen entnehmen wir auch Angaben über die Luftfeuchtigkeit.

Der Jahresdurchschnitt der Temperatur war im

	Kiefern-,	Fichten-	Buchenwalde
für das Minimum	0.1	0.8	0.8° wärmer,
um 2 Uhr nachmittags	0.4	0.9	0.5° kälter

als auf dem Felde. Die Feldstationen liegen in 100 bis 125 m Entfernung vom Waldesrande in Sonnenberg auf einer kleinen, in Friedrichsroda auf einer großen Lichtung.

Das Mittel der drei Sommermonate Juni, Juli, August war im

	Kiefern-,	Fichten-,	Buchenwalde
für das Minimum	0.2	1.1	1.2° wärmer,
um 2 Uhr nachmittags	0.4	0.7	1.4° kälter

als im Freien. Etwas höher sind die Unterschiede im Mittel der Monate August und September.

Die relative Feuchtigkeit giebt an, wieviel Procent der zur Sättigung erforderlichen Menge Wasserdampf in der Luft enthalten ist. Sie war nach den Beobachtungen um 8 Uhr vormittags und 2 Uhr nachmittags im Jahresdurchschnitt im Kiefernbestande 2%, im Fichtenbestande 4%, im Buchenbestande 3 bis 4%, im Sommer unter Kiefern und Fichten 2 bis 3%, unter Buchen 8 bis 9% größer als im Freien.

Zur Ergänzung seien die Beobachtungen angeführt, die in Eberswalde an 26 Tagen im Sommerhalbjahr 1893 zur Zeit des Sonnenaufgangs angestellt wurden. Während sich im Mittel aller Tage keine bemerkenswerthen Unterschiede herausstellten, ergaben die acht Fälle mit vollkommener Windstille ausnahmslos im Kiefernwalde eine höhere Temperatur und eine geringere relative Feuchtigkeit. Die mittleren Unterschiede (für diese acht Tage) betrugen 0.4° und 2%. Der stärkeren nächtlichen Abkühlung und größeren relativen Feuchtigkeit auf Lichtungen entspricht ein reichlicherer Niederschlag an Thau oder Reif und Nebel.

Aus Beobachtungen in Oesterreich hat man, wie hier noch erwähnt sein mag, geschlossen, daß die Luft im Walde in der Baumkronenschicht mehr Wasserdampf enthalte als über dem freien Lande.

II. Wie unterscheiden sich die Witterungszustände auf Lichtungen oder in der nächsten Umgebung des Waldes von denen in größerer Entfernung? Welchen Einfluß übt der Grad der Bewaldung auf das Klima einer Gegend aus?

In Bezug auf diese Frage sind die Untersuchungen von Hamberg über das Klima von Schweden höchst lehrreich. Es wurden drei Arten von Stationen miteinander verglichen: Waldstationen unter den Bäumen, Lichtungsstationen auf freien Flächen in bewaldeter Gegend und Stationen in der freien Ebene in größerer Entfernung vom Walde. Die Unterschiede zwischen den ersten beiden Stationsarten sind von gleichem Sinne wie die oben erwähnten.

Digitized by Google

Beim Vergleich zwischen Lichtung und freier Ebene zeigte die Bodentemperatur in $^1/_2$ bis 1 m Tiefe im Tagesmittel auf Lichtungen im Winter eine Erwärmung von 0.2 bis 0.3°, im Sommer eine Abkühlung von 0.2°. Das tägliche Minimum auf der Erdoberfläche war auf Lichtungen im Juni bis September durchschnittlich ein Grad kälter.

Die Unterschiede der Lufttemperatur sind im Winter verschwindend; im Sommer (Juni/August) war auf der Lichtung das mittlere Minimum 0.6°, die Temperatur um 2 Uhr nachmittags nur 0.1° und das Tagesmittel 0.2° kälter als auf der Ebene. Bei klarem Wetter war im Sommer abends (9 Uhr) die Lichtung 1° kälter als das freie Land. Die Abkühlung an Sommerabenden in der Nähe des Waldes ist auch bei Untersuchungen in Oesterreich deutlich hervorgetreten. Für Schlesien ist eine Abkühlung der mittleren Sommertemperatur und für Sachsen eine Erniedrigung des Jahresmittels von einigen Zehntel Grad als wahrscheinlich nachgewiesen worden.

Von dem Einfluß des Meeres oder großer Landseen unterscheidet sich die vom Walde ausgeübte Wirkung in mehrfacher Hinsicht. Während das maritime Klima durch warme August- und Herbstmonate und durch verringerte tägliche Temperaturschwankungen gekennzeichnet ist, zeigt die Lichtung hauptsächlich in Folge der abendlichen und nächtlichen Abkühlung einen etwas kühleren Herbst und besonders im Sommer ein wenig größere tägliche Temperaturschwankungen als die freie Ebene. Die nächtliche Abkühlung auf Lichtungen wird begünstigt durch eine besonders deutlich hervortretende Wirkung des Waldes, nämlich durch den von ihm ausgeübten Windschutz.

Der Einfluß des Waldes auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist nach den Vergleichen zwischen Lichtungen und Fernstationen im Allgemeinen nur unbedeutend. Bei ruhigem, klarem Wetter zeigt sich im Sommer abends (9 Uhr) auf der Lichtung eine Erhöhung der relativen Feuchtigkeit um 3%. Diese Erscheinung steht im Zusammenhang mit der oben erwähnten Abkühlung, während ihr andererseits ein reichlicherer Niederschlag an Thau ꝛc. und eine geringfügige Verminderung des absoluten Feuchtigkeitsgehaltes der Luft auf Lichtungen entspricht, wie das auch in Eberswalde durch die Beobachtungen bei Sonnenaufgang nachgewiesen ist.

Was den Einfluß des Waldes auf die Niederschläge anlangt, so ist es aus theoretischen Gründen, wie nach den bisherigen Erfahrungen wahrscheinlich, daß in waldreichen Gegenden unter sonst gleichen Verhältnissen im Allgemeinen etwas mehr Niederschlag fällt, als auf waldarmen oder ganz freien Flächen. Für die richtige Beurtheilung ist es hierbei erforderlich, auf die verschiedenen mitwirkenden Umstände einzugehen. Zunächst wird ein durch benachbarte, aber mindestens um ihre eigene Höhe entfernten Gegenstände, wie Bäume, Häuser ꝛc. geschützter Regenmesser den Niederschlag besser auffangen, als ein frei im Winde stehender, weil bei letzterem die am Regenmesser entstehenden Wirbel und Strömungen das Hineinfallen des Niederschlags behindern. Diese Störung durch den Wind ist um so merklicher, je höher sich der Regenmesser über dem Erdboden befindet. Aber auch auf dem Boden wird an einer durch die unmittelbare Nachbarschaft geschützten Stelle wegen der größeren Ruhe der Luft mehr Niederschlag gelangen, als an einer freien, sodaß nur Orte mit gleicher lokaler Beeinflussung direkt vergleichbar sind.

Wir legen wieder die schwedischen Untersuchungen zu Grunde, wo die Stationen nach der Waldfläche in einem Umkreis von 2.5 km Radius zu zwei Gruppen mit 58 und 17% Bewaldung vereinigt wurden.

Digitized by Google

Berücksichtigt man die vorstehend erwähnten Einflüsse der unmittelbaren Umgebung, sowie die verschiedene Seehöhe der Stationen, so stellt sich für die waldreichen Gegenden in den Monaten Mai bis Oktober ein Mehrniederschlag von 3% heraus. Dieser Werth ist mit einer Unsicherheit von ± 2% behaftet. Die Vermehrung ist nach Hamberg erstens zurückzuführen auf den größeren Windschutz in waldigen Gegenden. Dieselbe Wirkung kann, wie schon bemerkt, auch in sonst freier Gegend durch ein kleines Gehölz oder andere benachbarte Gegenstände verursacht werden, und es ist die ursprünglich in der oben angegebenen Weise aus den Beobachtungen gefundene Zahl, welche 6% betrug, wegen dieses Einflusses der unmittelbaren Umgebung, der bei den Forststationen stärker hervortrat, schon um 3% erniedrigt. Eine Vermehrung der Kondensation wird durch den Windschutz nicht bewirkt, sondern nur eine andere Vertheilung des Niederschlags, da ja an den windigen Stellen entsprechend weniger herunterfällt. Zweitens wird der Wind beim Eintritt in den Wald über die Bäume gehoben und drittens wird in Folge der größeren Reibung über dem Walde eine Verlangsamung der Strömung und ein Aufsteigen der Luft verursacht. Durch die letztgenannten beiden Vorgänge wird die Kondensation des in der Luft vorhandenen Wasserdampfes begünstigt, da der Aufstieg eine Abkühlung (etwa ein Grad auf 100 m) bewirkt. — Im Winterhalbjahr scheint der Einfluß der Bewaldung mehr als das Doppelte wie im Sommer zu betragen, was wesentlich darauf beruht, daß Schnee leichter vom Winde mitgeführt wird als Regen, und daß daher der Windschutz des Waldes bei jenem wirksamer ist als bei diesem.

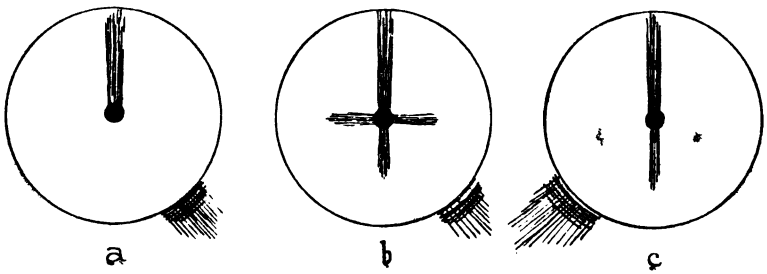
Wichtiger als die Wirkung auf die Niederschlagsmenge ist der Einfluß der Wälder auf die Verdunstung, den Wasserabfluß und die Schneeschmelze im Frühjahr. Hamberg findet, daß in den verschiedenen Gegenden Schwedens die mittlere Dauer der Schneedecke im April unter den Bäumen des Waldes bis zu fünf Tagen mehr beträgt als im Freien und führt dies auf die Verlangsamung des Schmelzens und die Verringerung der Verdunstung im Walde zurück.

Ein zu Aachen beobachteter Halo.

Von A. Sieberg.

Am Montag, den 28. Mai dieses Jahres hatte ich Gelegenheit, in der Frühe des Morgens zu Aachen einen schönen Halo zu beobachten, dessen einzelne Phasen ich in den beigefügten Zeichnungen wiedergebe.

Der Himmel war mit einem gleichmäßigen und ziemlich dichten Cirrostratus-Schleier überzogen, wobei ein Hof mit einem Durchmesser von etwa 45° die Sonne umgab, dessen unterer Theil sich eben über den Horizont erhob.



Digitized by Google

Gegen 5.15 a (Ortszeit, gegen mitteleurop. Zeit um 36 Minuten zurück) zeigte sich rechts unten von der Sonne ein Stück eines Ringes, welches von innen nach außen schwach rothbraun und gelb gefärbt erschien, um dann in dem Luftton zu verschwimmen; von seinem Außenrande gingen hellere radiale Strahlen aus, während die Sonne selbst einen langen Lichtstreifen senkrecht nach oben entsandte (Fig. 1 a). Um 5.45 a etwa hatte sich das Bild insofern geändert, als jetzt die Sonne statt des einen vier zu einander senkrecht stehende Strahlenbündel aufwies, von denen das obere jedoch das längste und intensivste blieb (Fig. 1 b). Allmählich verblaßten die horizontalen Streifen, während der Abschnitt des Ringes zur linken Seite hinüberwanderte (Fig. 1 c). Mit zunehmender Helligkeit wuchs zunächst auch die Lichtstärke des Halo, die etwa um 5.50 a ihr Maximum erreichte, um von da an wieder abzunehmen, gegen 6.30 a war von der Erscheinung nichts mehr zu sehen.

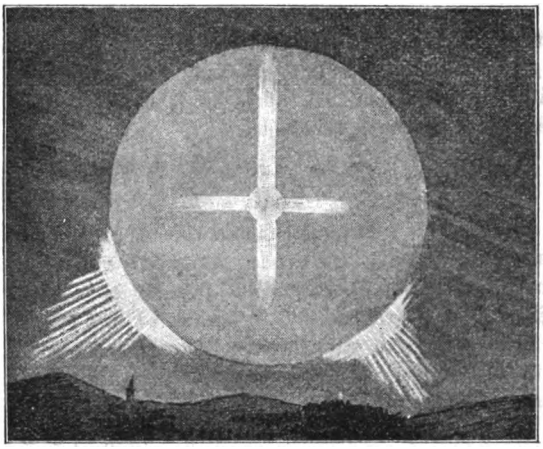


Fig. 2 zeigt das Aussehen des Halo, wie es sich dem Auge dargeboten haben würde, wenn alle Phasen gleichzeitig erschienen wären.

Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

Gewitter. Das heftige Gewitter vom 18. Juli d. J., welches nach einem ungemein heißen und schwülen Tage in der Nacht von 11 bis $1^1/_2$ Uhr über unserer Gegend herrschte und seinen Zug von Südwest nach Nordost nahm, dabei von strömenden Regengüssen begleitet war, zeichnete sich durch eine außerordentlich große Zahl von Blitzen aus, die indessen nur zum geringsten Theile zur Erde herabfuhren. Die bei Weitem meisten elektrischen Entladungen waren sogenannte Flächenblitze, d. h. Elektricitäts-Ausgleichungen von Wolke zu Wolke, bei denen man in Folge der unteren vorgelagerten Wolkenschichten die eigentlichen Funken nicht sieht, sondern nur eine blitzende Helligkeit großer Partien der Wolken wahrnimmt. Die größte Zahl dieser Flächenblitze bestand wiederum nicht aus einem einzelnen momentanen Aufleuchten, sondern aus einer ganzen Reihe Lichtblitze, deren Zahl oft auf 10 und mehr zu schätzen war und vielfach in ein länger anhaltendes Flimmern überging. Hieran zeigte sich einmal so recht deutlich die von Professor Heinrich Hertz entdeckte Eigenschaft aller Blitze als hin- und herschwankender, sich, wenn auch in überaus

Digitized by Google

kurzer Zeit, allmählich ausgleichender Elektricitäten. Ja Hertz wies sogar nach, daß auch jeder unserem Auge einzeln erscheinende elektrische Funke oder Blitz, der kaum den tausendsten Theil einer Sekunde währt, wiederum in Millionen hin- und her-, oder auf- und niederschwankender Einzelfunken oder Entladungen getheilt ist. Von großem Interesse waren ferner zur Kulminationszeit des Gewitters mehrere merkwürdige Blitze. So leuchteten neben den weißen Blitzen auch mehrfach gelbliche, vereinzelte orangenfarbene und um 12 Uhr 28 Minuten ein entschieden rother Flächenblitz auf. Um 12 Uhr 15 Minuten sah man im Südwesten einen vermuthlich um eine runde Kumuluswolke nach links aufwärts rotirenden Blitz, und um 12 Uhr 35 Minuten einen um dieselbe Wolke an der anderen Seite nach rechts aufwärts rotirenden gegabelten Blitz, dessen runder Ast oben in ein deutliches Büschel auslief. Den sonderbarsten Funken aber schickte um 12 Uhr 32 Minuten eine fast im Zenit stehende Wolkenmasse herab. Dieser Riesenblitz bestand fast in seiner ganzen Länge aus einzelnen intensiv strahlenden Sternen, oder Kugeln, die wie eine prächtige glänzende Kette erschienen (Perlschnurblitz). Eine ähnliche Blitzform, die übrigens sehr selten vorkommt, wurde am 21. Mai 1890 in Magdeburg beobachtet.

Arthur Stentzel, Hamburg.

* * *

Wolkenschatten. Wenn die Sonne eine Wolke bescheint, so wirft die Wolke gleich jedem anderen ganz oder theilweise undurchsichtigen Körper naturgemäß einen Schatten. Diese Wolkenschatten sind bei klarer, staub- und dunstfreier Luft nur dort sichtbar, wo sie sich auf der Erde projiciren, und Jedermann kennt diese meist recht eilig über die Bodenfläche dahinhuschenden Schatten der vom Winde fortgetragenen sonnenbeschienenen Wolken, namentlich der dichten, scharf begrenzten Kumuluswolken. In der reinen Luft ist jedoch der Wolkenschatten völlig unsichtbar. Anders bei staubgeschwängerter oder dunstiger (wasserdampfhaltiger) Luft. In dieser werden die Schatten der Wolke ebenso sichtbar wie der in ein staubiges Zimmer dringende Sonnenstrahl, welcher auf seinem Wege Millionen kleinster von der Luft getragener Körperchen, sogenannte Sonnenstäubchen, trifft und sichtbar macht. Im Großen, d. h. in der Atmosphäre, nennt der Volksmund diese Licht- und Schattenstrahlen „Wasserziehen" der Sonne, und zwar oft nicht mit Unrecht. Denn das Auftreten dieser Strahlen ist in vielen Fällen wie gesagt ein Zeichen stark wasserdampfhaltiger Luft, und diese wieder ein Zeichen bevorstehender Niederschläge.

Gestern Abend (25. Juli d. J.) zeigten sich nun die atmosphärischen Wolkenschatten, nachdem sie bereits am Tage mehrfach schwach sichtbar gewesen waren, von einer Pracht, wie sie wohl Wenige je beobachtet haben dürften. Bald nachdem die Sonne um 6 Uhr 45 Minuten in gelbem Glanze hinter einer sich hoch aufthürmenden Gewitterwand verschwunden war, tauchten, von den scharfen Rändern der kompakten Kumulusschicht ausgehend, zahlreiche Strahlen auf, die fächerartig sich ausbreitend theils in ultramarinblauer, theils in weißer Färbung, dunkel und hell die Umgebung wirkungsvoll verschönten. Schon um 6 Uhr 50 Minuten erreichte das sonst so bescheidene Phänomen eine bedeutende Ausdehnung und brachte Strahlen von 20° Länge hervor. Ein unaufhörlich wechselvolles Bild begann sich nun dem Beobachter zu entrollen, der ultramarinblauweiße vielstrahlige Fächer, dessen Centrum die verdeckte Sonne darstellte, nahm den ganzen westlichen Himmel ein, es bildeten sich entzückende Banden, die ver-

Digitized by Google

einzelt auch orangefarben erschienen, rings um die der Sonne vorgelagerten, vielzackigen, goldverbrämten Wolkenmassen, 20°, 30°, ja sogar 40° lang! Die herrlichsten und markantesten Bilder sah man um 7 Uhr, 7 Uhr 3 Minuten, 7 Uhr 7, 10 und 15 Minuten sich entwickeln. Nachdem dieses seltene Schauspiel bis 7½ Uhr in fast stets gleicher Pracht angedauert hatte, begann es allmählich zu verblassen, bis es gegen 8 Uhr sein Ende erreichte. Vermuthlich stellten die so stark schattenwerfenden Wolken Ausläufer eines Ferngewitters dar. — Es sei übrigens bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, daß ähnliche Wolkenschatten vor anderthalb Jahrzehnten, nämlich während der sogenannten „Störungsperiode", vielfach beobachtet worden sind, indessen umgab damals die schattenwerfenden Wolken zumeist ein breiter rother Beugungsring, der sogenannte Bishop'sche Ring, aus dem die Strahlen radiirten. Herr Prof. Kießling (Hamburg) giebt in seinem trefflichen Werk „Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen" u. A. zwei von Herrn Prof. Pechuel-Loesche (Jena) gemalte Tafeln dieser Wolkenschatten. — Erstrecken sich endlich die die Atmosphäre verunreinigenden oder anfüllenden Substanzen bis in große Höhen, dann entstehen mitunter die herrlichen rothen Fächer nach Untergang der Sonne im Westen, wie man solchen hier zuletzt am 16. Februar 1897, nachmittags von 5 Uhr 45 Minuten bis 6 Uhr beobachten konnte, wie sie aber in unvergleichlicher Pracht ebenfalls während der Störungsperiode, d. h. nach dem Ausbruch der Vulkane Pik Rakáta (Krakatau), Perbuwatan und Danan in der Sundastraße am 27. August 1883, mehrfach gesehen worden sind.

Arthur Stentzel, Hamburg.

* * *

Eine imposante Naturerscheinung zeigte sich am Sonnabend, den 28. Juli, abends von 8 Uhr 40 Minuten bis 8 Uhr 51 Minuten am westlichen Himmel, nämlich intensiv rothe Dämmerungsstreifen von ganz außergewöhnlicher Ausdehnung. Nachdem die Sonne nach einem früh bewölkten, später klaren Tage um 8 Uhr 18 Minuten wiederum hinter einer Wolkenschicht untergegangen war und die Abendröthe in den unteren Schichten der Atmosphäre ihr Ende erreicht hatte, begann sich das Firmament oberhalb der verstreuten schon dunklen Wolken mit einem prächtigen rothen Fächer zu schmücken, dessen längste Glieder ca. 70° maßen. Im Mittelpunkte des Riesenfächers stand (unter dem Horizont) die Sonne, deren Licht durch ferne Wolkenlücken jene Strahlen in die oberen Regionen warf, die, an sich parallel, uns nur perspektivisch wie um einen Mittelpunkt (die Sonne) angeordnete Radien erschienen. Ganz am Westhorizont lagerten grau-violett gefärbte und in etwa 10° bis 15° blau-violett gefärbte Haufenwolken, während der durch die Lücke sichtbare klare Himmel schön grün-blau leuchtete. In größeren Höhenschichten stand eine Art Nimbus, von dessen unterer gegen das Grünblau mit einem gelb-orangefarbenen Saume beginnenden ziemlich scharfen Grenze ein herrliches intensiv leuchtendes Roth ausging, das sich nach oben zu in jenen kolossalen Fächer fortsetzte und wohl seit langer Zeit die schönste Dämmerungserscheinung war. Die zwei 70° langen rothen Banden wurden indessen zusehends kürzer, und allmählich schwand die ganze köstliche Röthe dahin, bis um 8 Uhr 51 Minuten, d. h. 32 Minuten nach Sonnenuntergang, nur noch ein karminrother Saum die Stelle des Phänomens anzeigte.

Nach dem gewitterhaften darauffolgenden Sonntag, an dem bei meist dichter Bewölkung und schwachem Winde aus W abends Windstille eingetreten war, zeigte sich gegen Mitternacht bei wieder eingetretener Luftströmung aus W das verhältnismäßig seltene Phänomen selbstleuchtender Wolken, die unterhalb

Digitized by Google

eines dunklen Dunstschleiers (Nimbus) eilends von West nach Ost zogen und etwa die Helligkeit der Wolken bei Mondschein besaßen, der in vergangener Nacht jedoch nicht vorhanden war. Die größte Leuchtkraft zeigten diese Haufenwolken am südlichen Himmel. Gegen 3 Uhr ging das Leuchten der Wolken in die Morgendämmerung über.

Besonders bemerkenswerth dürfte die große Häufigkeit auffälliger Himmelserscheinungen in der jüngsten Zeit sein, denn nach den großartigen radienförmigen Wolkenschatten des 25. Juli zeigten sich schon am Freitag, den 27. Juli, abends, schöne rothe Säulen, die sich dann tags darauf in höchster Pracht wiederholten. Die Ursache dieser in großen Höhen stattfindenden farbenreichen Vorgänge bilden unzweifelhaft ausgebreitete Gas-, Dunst- oder Wasserdampf-Mengen, die auch in den Jahren von 1883—1886 so herrliche Dämmerungserscheinungen hervorriefen.

Arthur Stentzel, Hamburg.

* * *

In der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur berichtete Herr Dr. Grundmann über Blitzphotographien. Die Anwendung der Photographie in der Meteorologie hat sich als besonders fruchtbringend für das Studium des Blitzes erwiesen. Seit der ersten Blitzaufnahme durch den Photographen Haensel zu Reichenberg in Böhmen am 6. Juli 1883 sind zahlreiche interessante Photogramme von Funkenblitzen erhalten worden, aus denen hervorgeht, daß man auch in dieser Klasse von Blitzen noch feinere Unterscheidungen je nach der Art der Entladung machen muß. Ein besonderes Interesse beanspruchen die sogenannten Bandblitze, sowie die Perlschnur- oder Rosenkranzblitze. Die anfänglich bezweifelte Reellität der ersteren erhielt eine Bestätigung durch die mittelst einer bewegten Kamera von Dr. Precht in Heidelberg erhaltenen Aufnahmen von mehrfachen, einander genau parallelen und unmittelbar auf einander folgenden Blitzen. Die Entstehung der Bandblitze dürfte nach Professor Rümker, welchem man eine sehr schöne Aufnahme eines solchen Blitzes aus großer Nähe — die Entfernung zwischen Blitz und Kamera betrug nur 500 Meter — verdankt, in der Weise erfolgen, daß während der eine gewisse Zeit beanspruchenden oscillatorischen Entladungen der von dem ersten Partialstrahl durchlaufene und erhitzte Luftkanal durch den Wind bei Seite getrieben wird, sodaß alle folgenden Partial-Entladungen, weil denselben Luftkanal durchschlagend, in einer gewissen Reihenfolge neben der ersten und dieser genau parallel erfolgen müssen. Perlschnur- oder Rosenkranzblitze sind bereits mehrfach beobachtet und auch zweimal zufälliger Weise photographirt worden; sie bestehen aus auf einander folgenden Lichtpunkten, und dürften vielleicht in einiger Beziehung zu den ebenfalls noch sehr der Erklärung bedürftigen, bisher noch nicht photographisch aufgenommenen Kugelblitzen stehen. Am Schlusse wies der Vortragende darauf hin, daß man durch gleichzeitige Aufnahmen von zwei verschiedenen Punkten aus, ähnlich wie es bereits bei Wolkenphotographien geschehen ist, wohl auch von Blitzen stereoskopische Bilder, und damit vielleicht eine noch bessere Einsicht in die Natur dieser Erscheinungen gewinnen könnte, als durch Aufnahmen von einem Puukte aus, die ja jeden Blitz immer nur als Projektion auf den Wolken-Hintergrund wiedergeben. Einige vom Vortragenden selbst aufgenommene Blitzbilder sowie anderweitige Reproduktionen besonders charakteristischer Blitze, dienten zur Erläuterung seiner Ausführungen.

Digitized by Google

Meteorologische Beobachtungen auf einer Reise nach Bulgarien.

Von Dr. C. Kaßner in Berlin.

„Wenn einer eine Reise thut, so kann er was erzählen; drum nahm ich meinen Stock und Hut und thät das Reisen wählen". So dachte auch ich, als ich an meinem ersten Urlaubstage im Zuge saß, der mich zu einem Freunde nach Bulgarien führen sollte. Jedoch wenn ich mich auch erholen wollte, so kommt der eingefleischte Meteorologe doch an allen Ecken und Enden zum Vorschein, sobald sich nur eine besondere Wolke zeigt oder gar ein Gewitter heraufzieht, und so habe ich auf meiner Reise allerlei Beobachtungen gemacht, die in der einen oder anderen Hinsicht interessant genug sein dürften, um hier erzählt zu werden. Ich sehe dabei natürlich von allen alltäglichen Erscheinungen ab und berichte nur über solche, die irgend etwas Besonderes darbieten.

Meine Reise, die im August und Anfang September d. J. stattfand, führte mich zunächst über Wien und Budapest in die Pußten, die ich außer auf der Hinreise nach Belgrad auch auf der Rückreise und zwar diesmal auf der Bahnlinie Großwardein-Budapest durcheilte. Da das ungarische Tiefland bei verschiedenen Gelegenheiten in der Meteorologie schon eine Rolle gespielt hat, zumal mit Rücksicht auf die starke Erwärmung, der es ausgesetzt ist und deretwegen es u. A. in der Frage der Entstehung der Maifröste zur Zeit der Eisheiligen besondere Erwähnung gefunden hat, dürfte es vielleicht passend sein, mit wenigen Worten darauf einzugehen.

Gewöhnlich hat man von den Pußten oder, wie man bei uns auch wohl sagt, von der Pußta, eine falsche Vorstellung, indem man meint, das Land sei mit dürren Gräsern bewachsen, die höchstens etwas Viehzucht gestatteten. Dem ist jedoch nicht so. Ebenso wenig als die Lüneburger Heide so öde und traurig ist, wie man von ihr sagt, ebenso wenig ist es auch die Pußta; nur wer die Tuchler Heide kennt, der weiß was „öde Gegend" heißt. Die Pußta aber macht einen recht freundlichen Eindruck, obwohl sich nur selten Bäume zeigen, die dann gewöhnlich bei den weit zerstreut liegenden Gehöften stehen. Endlos dehnt sich das Feld, nirgends auch nur die geringste Erhebung bis in die fernste Ferne, die im Dunst verschwimmt, und darüber der Himmel, der sich gleich einer riesengroßen Glocke ringsher wölbt und in unendlicher Ferne am Horizont mit der Erde in eins verschmilzt. Und doch fühlt man nichts Beklemmendes, nichts Bedrückendes, denn überall regt

Digitized by Google

es sich, überall sind Menschen auf den weiten Feldern, die in üppiger Pracht dastehen, und auf den Stoppeln und Wiesen finden gewaltige Viehherden ihre Nahrung. So platt man sich aber auch das Land vorstellt, so bleibt das Bild weit hinter der Wirklichkeit zurück, und einen unvergeßlichen Eindruck nimmt man mit von dieser Unendlichkeit.

Besonders häufig wird Mais und zwar auf unabsehbaren Feldern angebaut, jedoch auch Wassermelonen, Paprika und sonstiges Gemüse, stellenweise sogar Wein. So ist das Land zwischen Donau und Theiß. Unmittelbar an diesen Flüssen und östlich der Theiß dehnen sich aber weite Sumpflandschaften aus, und sie werden es gewesen sein, die so falsche Vorstellungen von der Pußta hervorriefen, wie man sie jetzt noch vielfach findet. Denn früher und zum Theil heute noch bildet den Hauptverkehrsweg die Donau, von deren Schiffen aus der Reisende allerdings meist nur sumpfige Gegenden mit spärlicher Weide erblickt.

Hier in der ungarischen Tiefebene und später auch auf der Balkanhalbinsel fielen mir wiederholt Wolkengebilde auf, wie man sie bei uns wohl nur höchst selten erblickt. Es handelte sich stets um Stratuswolken, die aber theilweise der Cirrusschicht angehörten, theilweise zwar etwas kompakter erschienen, doch aber sicherlich in großen Höhen schwebten, und stets ganz runden Scheiben glichen. Der Durchmesser dieser Gebilde betrug viele Kilometer; in einem in Varna am Schwarzen Meere beobachteten Falle schätze ich den Durchmesser auf 4 bis 5 km, in einem andern Falle, wo eine solche Cirrusscheibe über der Pußta schwebte, auf mehr als 10 km. Hierbei konnte man sehr deutlich die Zusammensetzung der Scheibe aus einer Reihe koncentrischer flacher Ringe sehen; aber auch sonst mußte man sofort auf die Vermuthung kommen, daß die Scheiben Erzeugnisse gewaltiger Luftwirbel waren, deren Achse vertikal gerichtet war. In einem Falle bildete sich die Scheibe zu einer Gewitterwolke aus, die mit Sturm und Regen rasch heranbrauste.

Das zweite Gewitter erlebte ich in Belgrad am Tage der serbischen Königshochzeit. Während der Feier derselben herrschte in der Stadt eine enorme Hitze, welche die zum Ziviorufen kommandirten Landbewohner leichter ertrugen als ich. Um $5^1/_2$ Uhr nachmittags aber raste eine schwarzblaue Gewitterwolke heran, und ehe ein passendes Unterkommen gefunden war, prasselte auch schon der Regen hernieder, den der Sturm durch alle Löcher peitschte. Wir flüchteten in einen Hausflur, aber schon nach wenigen Minuten stand er unter Wasser, sodaß wir die Treppe hinaufeilen mußten und von der Straße abgesperrt waren. Langsam verlief sich dann die Fluth, langsam konnten auch wir die Treppe hinabsteigen und endlich auf die Straße gehen. Aber wie sah es da aus! All der Festesputz hatte ein klägliches Ansehen: die Guirlanden hingen herunter, die Fahnen waren unter der

Digitized by Google

Last des nassen Tuches und unter dem Toben des Windes herabgebrochen, selbst bei armdicken Stangen, und die bunten Illuminationslampen standen voll Wasser. Weiterhin aber boten die Triumphbögen einen traurigen Anblick, denn nicht bloß hatte das Unwetter ihren Schmuck herabgerissen, sondern sich auch an ihnen selbst so vergriffen, daß z. B. der eine Bogen von dem Sturme ganz schief gedrückt und sein Einsturz jeden Augenblick zu erwarten war. Wer da doch hätte hören können, was das abergläubische Landvolk zu dieser Himmelskundgebung beim Hochzeitsfeste gesagt hat!

Am Abend des Tages verließ ich bei vollster Finsternis die serbische Hauptstadt und sah von Serbien erst wieder etwas bei Nisch. Der fast unvermittelte Übergang von der Tageshelle zum Nachtdunkel wiederholte sich auf der Balkanhalbinsel recht häufig, sodaß man die Dämmerung nicht so genoß, wie bei uns, wo gerade die Dämmerungsstunden nach der sommerlichen Hitze so erquickend sind. Dort unten aber herrscht schon eine halbe Stunde nach Untergang der Sonne tiefe Finsternis, wenn nicht etwa der Mond sein blendend helles Licht über Stadt und Land ausgießt und die Flüsse und Seen versilbert. Die Hauptursache ist die außerordentliche Reinheit der Luft, die u. a. theils von der verhältnismäßig geringen Staubbildung auf den Straßen und Chausseen herrührt, theilweise aber auf den Mangel großer industrieller Bezirke, wie bei uns in Oberschlesien oder im Ruhrgebiete, zurückzuführen ist.

Kurz vor dem Verlassen Serbiens passirt man die Schlucht, welche die Nischawa, ein klares munteres Flüßchen, in das harte Gestein im Laufe der Jahrtausende geschnitten hat, und an der es noch heute unabläßig arbeitet. Neben dem Fluß hat nur noch, und zwar zum Theil auf mühsam erbauten Dämmen, der eingeleisige Schienenweg Platz gefunden, freilich einen so engen Platz, daß man das Wasser fast unmittelbar an den Schienen tosen und sprudeln sieht; senkrecht erheben sich viele hundert Meter hoch die glatten Felswände aus dem Wasser heraus, ja sie hängen hier und da drohend über, sodaß die Natur etwas Gewaltiges und Erdrückendes zugleich hat. Kein Wunder, daß einige Tage darauf bei dem gleich zu schildernden Unwetter der Damm stellenweise von den herabstürzenden Himmelsfluthen fortgespült wurde.

Bald nach dem Passiren dieser Stelle weitete sich das Thal, dann wurde die bulgarische Grenze überschritten und die Bahn begann allmählich in die Sofianer Ebene hinabzusteigen. Diese Ebene ist in der Urzeit sicherlich ein gewaltiger See gewesen, der sich schließlich durch den Balkan im Norden einen Ausweg nagte, abfloß und als Seegrund die heutige Sofianer Ebene zurückließ. Da die Ebene ca. 40 km lang und 20 km breit und der Ausweg nur ein sehr schmaler ist, wird es begreiflich, daß bei heftigen Regengüssen sich die Wassermassen stauen

Digitized by Google

und vor den Bergen des Balkan das Land weithin überschwemmen und nach dem Ablaufen versumpftes Terrain zurücklassen. Die Regengüsse machen sich um so verderblicher bemerkbar, als zur Zeit der Türkenherrschaft vor der Befreiung Bulgariens 1878 die Wälder schonungslos abgehauen wurden und der junge Nachwuchs von den zahlreichen Ziegen abgenagt wurde. Da kann naturgemäß das Wasser nicht von dem durch Baumwurzeln befestigten Erdboden zurückgehalten werden, um so Zeit zum Einsickern zu gewinnen, sondern fließt größtentheils ab und trägt die fruchtbare Erde von dem waldentblößten Gehänge. Nur kurze Zeit nach der Befreiung Bulgariens wurde daher in weiser Erkenntnis des Waldwerthes von der Regierung ein Forstschutzgesetz erlassen und mit Aufforstungen begonnen, sodaß man gegenwärtig nur wenige kahle Berge sieht.

Wenn trotz der früheren Verwüstungen der Wasserreichthum der Quellen ein außerordentlicher ist, so ist das auf die Bodenbeschaffenheit des Landes zurückzuführen, denn der größte Theil Bulgariens, speciell Nordbulgariens, birgt in seinem Schoße ungeheure Kalkmassen, die bekanntlich stets stark zerklüftet sind und das Sickerwasser leicht durchlassen. Da die Quellen ja auch ein meteorologisches Interesse beanspruchen dürfen, weil sie hauptsächlich von den Niederschlägen gespeist werden, so sei es mir hier gestattet, zwei besonders merkwürdige Quellen, die ich gesehen habe, zu beschreiben.

Die eine liegt zwischen Philippopel und Tatarpasardschik dicht an der Eisenbahn und besteht eigentlich aus zwei Quellen, die nur etwa 100 Schritte von einander entfernt sind, aber zusammen gehören; jede einzelne bildet einen kleinen runden See mit einem ca. 3 m breiten Abfluß. Beide vereinigen sich dicht bei der östlichen Quelle und füllen schon hier einen recht ansehnlichen Fluß, der der nördlich nahe vorüberfließenden Maritza eine sehr große Wassermenge zuführt. Man vermuthet, daß diese Quellen ihr Wasser aus einem westlich von Batak im Rhodopegebirge belegenen Sumpf erhalten.

Die andere Quelle besteht gleichfalls nicht aus einer einzigen, sondern aus fünf Quellen, sodaß man eher von einem Quellbezirk reden kann. Dieser Bezirk liegt westlich von Varna bei Devna und war schon im Alterthume bekannt. Bereits seit mehreren Jahrhunderten sind dort zahlreiche Mühlen im Betriebe, so zahlreich, wie man es wohl nirgends auf der Erde wiederfindet, denn das Wasser der fünf Quellen treibt auf eine Entfernung von kaum 3 km mehr als 30 große Mühlen mit etwa 100 Mühlrädern. Jeder Quell setzt schon wenige Schritte von seinem Ursprung eine ganz modern eingerichtete Mühle mit mindestens 3 Rädern in Gang. Das Wasser ist außerordentlich klar, enthält aber Fieberkeime; es kommt am Fuße eines ausgedehnten Kalkplateaus hervor,

Digitized by Google

das sich bis in die Dobrudscha erstreckt, die wegen ihres Mangels an fließenden Gewässern bekannt ist.

Doch nun zurück nach Sofia! Es soll hier nicht meine Aufgabe sein, das Klima dieser Stadt zu schildern, das in Folge der hohen Lage des Ortes über dem Meere (etwa 550 m) und der nahen Gebirge nichts Südliches hat und von dem Nordeuropäer daher sehr angenehm empfunden wird. Die heiße Jahreszeit wird dadurch sehr erträglich, daß sich abends ein kühler Lufthauch von der nur 8 km entfernten, sich noch etwa 1800 m über Sofia erhebenden Witoscha einstellt. Sehr empfindlich macht sich aber um die Mittagsstunden die Sonnenstrahlung bemerkbar, denn bei der schon oben gelegentlich der Erörterung über die Dämmerung erwähnten außerordentlichen Reinheit der Luft finden die Sonnenstrahlen einen ungehinderten Durchgang und erhitzen alle ihnen ausgesetzten Gegenstände in hohem Maße. Auch wenn man es zu Hause nicht gewöhnt ist, lernt man es merkwürdig schnell, daß die beste Methode, über diese heißen Mittagsstunden hinwegzukommen die ist, sich dem süßen Keef zu ergeben. Keef ist die Ruhe, das Nichtsthun, das Verschlafen und Verträumen der Zeit, in der man zur Arbeit zu schlaff ist; wer den Keef einmal dort gekostet hat, der vergißt ihn nicht wieder im irdischen Leben und sehnt sich nach ihm im hastigen Treiben der Großstadt.

Freilich jetzt ist die Hitze nicht mehr so groß, als wie sie der Sage nach in alter Zeit war, wo es von dem König Sindsche heißt:

Sein Gebet erhört die lichte Sonne,
Also daß sie schien von ihrem Schlosse,
Und die Strahlen richtet auf die Donau.
Zwei der Tag' und Nächte blieb die Sonne,
Bis ganz wasserlos die weiße Donau,
Daß der Strom gleich einem trocknen Felde war
Und kein Wasser mehr in seinem Bette floß.

Ursprünglich gab es, wie die Sage behauptet, gar keinen Winter, sondern steten Sommer. Kein Thier, das geboren wurde, starb, und die Erde füllte sich. Die Thiere wurden so groß, daß schließlich ein Froschjüngling ein hübsches junges Mädchen zur Gattin begehrte und ihr die Heirath mit Anderen verbot. Der Vater des Mädchens beklagte sich beim Herrgott, der gerade auf der Erde spazieren ging und dem Vater befahl: „Geh nach Hause und sage dem Frosch, er solle alle Reptilien als Hochzeitsgäste versammeln". Als sie nun alle kamen: die Frösche, Schlangen, Eidechsen u. s. w., sodaß das ganze Feld von ihnen bedeckt war, sagte der Herrgott zum Vater: „Öffne dort die Thür", und er öffnete sie. Hinter der Thür aber waren die Winde und Fröste eingeschlossen. Als er nun die Thür geöffnet hatte, bliesen die Winde

Digitized by Google

heraus und der Schnee fiel, sodaß man nichts sehen konnte. Und die Thiere retteten sich theils ins Gebüsch, theils ins Wasser, oder kamen um, sodaß ihrer viel weniger wurden. Seit der Zeit erlaubte es der Herrgott, daß es einen Winter gab und nur noch zur Hälfte des Jahres einen Sommer, in dem alles wuchs und sich vermehrte; wenn aber der Winter an die Reihe kam, sollten die wilden Thiere sterben und nicht mehr so zahlreich werden wie früher. Schuld aber hatte der Frosch.

Man sieht, daß auch dort der Frosch wie bei uns in eine Beziehung zum Wetter gebracht wird, nur mit dem Unterschied, daß er dort schuld ist am Winter und bei uns am Regen. Ich sollte aber in Sofia noch erfahren, daß auch die Regierung am Regen schuld sein kann. Als nämlich in Sofia, während ich gerade dort war, mehrmals Wolkenbrüche herniedergingen, redeten Leute aus dem Volke darüber, daß es nur deshalb so viel regne, weil jetzt so wenig gebetet werde. Besonders schuld an der vielen Nässe sei aber, daß der Eliastag nicht mehr gefeiert werde. Die Regierung hat nämlich angeordnet, daß der Eliastag für die Beamten nicht mehr ein Feiertag sein solle, damit mehr gearbeitet würde, da es auch sonst noch eher zuviel als zu wenig Feiertage giebt. Das Volk aber feiert den Tag noch und meint, der heilige Elias zürne wegen jener Verfügung, denn er ist Herr über Regen und Dürre, wie er auch seiner Zeit dem gottlosen König Ahab zugerufen hat: „So wahr der Herr, der Gott Israels, lebt, vor dem ich stehe, es soll diese Jahre weder Thau noch Regen kommen, ich sage es denn". (1. Könige 17, 1). Da sein Namenstag nicht mehr gefeiert werden soll, zürnt er und schickt Nässe — und somit ist die Regierung der Sündenbock. In gleicher Weise wird ihr natürlich auch die Schuld zugeschrieben werden können, wenn Dürre eintritt.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber den Einfluß der Schneedecke auf das Klima der Alpen.

Von Prof. Eduard Brückner in Bern.

(Schluß.)

So klein diese Zahl ist, so glaube ich sie doch zu einem Mittel zusammenfassen und dieses mit dem allgemeinen Mittel vergleichen zu dürfen.

	Zahl	Temperatur Luft	Schneeob.	Differenz
Alle Beobachtungen	49	—9.7	—15.5	5.8
Beobachtung mit Wind 0—1	4	—5.6	— 9.2	3.6
Unterschied		4.1	6.3	2.2

Digitized by Google

Die Temperatur-Differenz zwischen Schnee und Luft war also bei diesen vier Beobachtungen auffallend klein und zwar im Mittel 3.6°, während im Durchschnitt aller 9 Uhr-Beobachtungen bei klarem Himmel die Differenz 5.8°, also volle 2.2° größer war. Diese Verminderung der Differenz ist in erster Reihe eine Folge der hohen Temperatur der Schneeoberfläche, die volle 6.3° wärmer ist als im allgemeinen Durchschnitt. Auch die Luft ist wärmer, aber doch nur 4.1°. Das ist aber gerade das, was man erwarten muß, sofern die stärkere Luftbewegung die Schneeoberfläche erwärmt. *Eine verstärkte Bewegung der Luft erhöht also die Temperatur der Schneeoberfläche und vermindert deren Differenz gegen die Lufttemperatur.* Dieser Satz stimmt in seinem zweiten Theil vollkommen mit dem von Woeikof aus den Beobachtungen an der Lenamündung gefundenen überein.

Die Beobachtungen der Temperatur der Schneeoberfläche zu Davos gestatten uns noch einer Frage näher zu treten, die in der letzten Zeit zur Sprache gebracht worden ist, nämlich der Frage nach dem Einfluß der Schneeoberfläche auf die Feuchtigkeit der Luft.

Landläufig ist die Ansicht, daß der Schnee draußen im Gebirge stark verdunstet. Man deutet die Verminderung der Dicke einer Schneelage mit zunehmendem Alter allgemein als Beweis dafür, jedoch z. Th. mit Unrecht. Jene Verminderung der Dicke ist wenigstens zum Theil nichts anderes als eine Folge des Zusammensinkens der Schneemassen durch Austrieb der Luft bei abwechselndem Schmelzen und Wiedergefrieren. Irgend welche positive Beweise für ein ausschließliches starkes Verdunsten des Schnees fehlen ganz und mir scheint es sicher, daß jene Annahme in ihrer Allgemeinheit unrichtig ist. Das Verhalten des Schnees zu dem in Gasform in der Luft enthaltenen Wasser wechselt vielmehr durchaus. Bald entzieht er der Luft Wasserdampf und läßt ihn sich in fester Form auf seiner Oberfläche niederschlagen; er trocknet also gleichsam die Luft aus. Bald verliert er durch Verdunstung Wasser und bereichert hierdurch den Wasserdampfgehalt der Luft. Es fragt sich nun, was für ein Vorgang überwiegt. Woeikof glaubt, daß die Verdunstung eine viel größere Rolle spielt als die Kondensation und P. A. Müller hat das für Katharinenburg nachzuweisen gesucht. Bei uns in den Alpen ist es, wenigstens in den Thälern, anders, wie die Beobachtungen von Davos lehren.

Die Entscheidung dieser Frage wird dadurch möglich, daß man den Thaupunkt der Luft feststellt und diesen mit der Temperatur der Schneeoberfläche vergleicht.

Kühlt sich eine Luftmenge, die eine bestimmte Quantität Wasser in Gasform enthält, allmählich ab, so beginnt bei einer bestimmten Tempe-

Digitized by Google

ratur plötzlich Wasser sich in flüssiger oder fester Form auszuscheiden — es tritt Kondensation ein. Diese Temperatur heißt der Thaupunkt. Je mehr Wasserdampf in der Luft sich findet, desto höher, je weniger, desto tiefer liegt der Thaupunkt. Führt man in eine zu untersuchende Luftmasse einen Körper ein, dessen Temperatur tiefer ist als der Thaupunkt der betreffenden Luft, so wird der Wasserdampf an diesem kalten Körper kondensirt, d. h. der Körper beschlägt sich mit kleinen thauartigen Wassertröpfchen oder feinen Eiskrystallen. Kennt man nun die Temperatur des Körpers und gleichzeitig den Thaupunkt der Luft, der sich aus der beobachteten Feuchtigkeit leicht bestimmen läßt, so kann man im Voraus sagen, ob Kondensation an der Oberfläche jenes Körpers eintreten wird oder nicht. Die Frage, ob eine Schneeoberfläche in einem gegebenen Moment Wasserdampf aus der Luft kondensirt oder etwa selbst verdunstet, läßt sich also in die Form kleiden: ist die Temperatur der Schneeoberfläche tiefer oder höher als der Thaupunkt der Luft? Ist sie tiefer, so findet Kondensation statt, ist sie höher, Verdunstung.

Ich habe nun für jede einzelne Beobachtung der Schneetemperatur aus den Beobachtungen der Feuchtigkeit der Luft zu Davos den gleichzeitig bestehenden Thaupunkt berechnet und zwar nach zwei Methoden: erstens auf Grund der alten Thaupunkttabellen, wie sie bisher ausschließlich benutzt wurden, und zweitens nach den Zahlen, welche Friedrich und Ekholm speciell für den Thaupunkt über Eis angeben.*) Der Raum verbietet, diese großen Tabellen hier mitzutheilen; ich begnüge mich mit den Mitteln für die einzelnen Monate und Termine, die in der nachfolgenden kleinen Tabelle zusammengestellt sind. Dieselbe enthält die mittlere Schneetemperatur und dann die Differenz Thaupunkt—Schneetemperatur. Ist diese Differenz positiv, so bedeutet das Kondensation an der Schneeoberfläche, ist sie negativ — Verdunstung.

Vergleichung des Thaupunktes der Luft mit der Schneetemperatur.

		7h a. m.			1h p. m.			9h p. m.		
	Zahl der Tage	Schneetemp.	Differenz gegen Thaupunkt üb. Eis	üb. Wass.	Schneetemp.	Differenz gegen Thaupunkt üb. Eis	üb. Wass.	Schneetemp.	Differenz gegen Thaupunkt üb. Eis	üb. Wass.
1891 Febr.	28	—16.7	3.8	3.2	— 7.2	2.0	1.8	—14.7	4.5	4.1
März	31	— 7.0	0.1	—0.1	— 1.1	—2.6	—2.8	— 6.0	0.0	—0.2
Dec.	12	—13.9	4.0	3.6	—10.1	3.2	2.9	—14.0	4.8	4.4
1892 Jan.	31	—11.9	1.3	0.9	— 6.0	0.6	0.4	—11.6	1.9	1.4
Febr.	20	— 7.5	—0.7	—1.1	— 3.2	—1.8	—2.0	— 7.7	—0.9	—1.2
Mittel	122	—11.4	1.3	1.0	— 5.5	0.1	0.0	— 7.3	1.9	1.5

Die Tabelle lehrt, daß der Thaupunkt der Luft, mag er nun auf die eine oder die andere Weise berechnet worden sein, im Durchschnitt

*) Der Thaupunkt liegt nämlich bei Anwesenheit von Eis etwas höher als bei Anwesenheit von Wasser.

Digitized by Google

höher ist als die Temperatur der Schneeoberfläche, d. h. also, daß die Kondensation an der Schneeoberfläche über die Verdunstung überwiegt. Das gilt besonders für den Morgen und Abend. Nur in zwei Monaten finden wir negative Differenzen, also ein Überwiegen der Verdunstung, im März 1891 und im Februar 1892. Diese beiden Monate zeichneten sich durch reichlichen Schneefall und trübes Wetter aus. Der Februar und December 1891 dagegen, wo die Schneetemperatur um einen besonders hohen Betrag unter dem Thaupunkt lag, waren durch ein beständiges klares Wetter charakterisirt, wie es so häufig im Winter den Alpen zu Theil wird, wenn sie sich in einem Gebiet hohen Luftdruckes befinden.

Diese Resultate werden durch folgende kleine Zusammenstellung vollkommen bestätigt, die Aufschluß über die Häufigkeit der Verdunstung in den verschiedenen Monaten und Tageszeiten giebt. Ich habe mich hier auf die Berechnung des Thaupunktes, wie er bei Gegenwart von Eis sich gestaltet, beschränkt.

Häufigkeit der Verdunstung des Schnees.

		Tage	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.	Mittel
1891	Febr.	28	11 %	11 %	7 %	10 %
	März	31	61	81	55	66
	Dec.	12	25	33	8	19
1892	Jan.	31	32	57	27	39
	Febr.	20	60	79	59	65
	Mittel	122	39	53	31	41

Im Februar 1891 trafen auf 100 Beobachtungen nur 10 mit Verdunstung und volle 90 mit Kondensation, im December nur 19 mit Verdunstung und 81 mit Kondensation. Im März 1891 und im Februar 1892 dagegen wurde Verdunstung an $^2/_3$ aller Beobachtungen bemerkt. Im Gesamtdurchschnitt gelangten morgens und abends doppelt so viele Fälle mit Kondensation zur Beobachtung als mit Verdunstung, mittags dagegen fast ebenso viel.

Vereinigen wir alle Termine zu einem Generalmittel, so sprechen 41 % der Beobachtungen für Verdunstung und 59 % für Kondensation. Berechnet man den Thaupunkt für Wasserdampf und nicht für Eisdampf, so ändern sich diese Zahlen um eine Kleinigkeit; es steigt die Zahl der für Verdunstung sprechenden Beobachtungen auf 44 % und sinkt die Zahl der für Kondensation sprechenden auf 56 %. Also auch nach diesen Zahlen überwiegt die Kondensation.

Schon die Monatsmittel weisen darauf hin, daß die Bewölkung einen erheblichen Einfluß auf das Verhalten der Schneeoberfläche zur Feuchtigkeit der Luft hat. Das tritt noch viel deutlicher in den nach-

Digitized by Google

folgenden Zahlen zu Tage, die einerseits die Differenz Thaupunkt—Schneetemperatur und andererseits die Häufigkeit der Fälle mit Verdunstung in Procenten aller Beobachtungen für verschiedene Bewölkungsgrade angeben.

Differenz zwischen dem Thaupunkt der Luft und der Schneetemperatur bei verschiedenen Bewölkungsgraden.

	7h a. m.				1h p. m.				9h p. m.			
Bewölk.	Zahl der Beob.	Schnee-temp.	Differenz gegen Thaupunkt üb. Eis	üb. Wass.	Zahl der Beob.	Schnee-temp.	Differenz gegen Thaupunkt üb. Eis	üb. Wass.	Zahl der Beob.	Schnee-temp.	Differenz gegen Thaupunkt üb. Eis	üb. Wass.
0	28	—20.4	5.3	4.5	31	—10.0	4.1	3.9	49	—15.5	4.9	4.3
1—4	22	—15.7	3 1	2.5	23	— 8.1	2.6	2.5	25	— 9.6	1.1	0.9
5—8	22	— 6.8	0.5	0.0	26	— 1.8	—3.3	—3.5	13	— 6.7	0.2	0.0
9—10	20	— 5.9	—0.2	—0.4	19	— 1.0	—2.3	—2.5	8	— 4.9	—0.5	—0.7
Schneefall	30	— 6.3	—1.1	—1.4	21	— 1.7	—3.0	—3,1	24	— 5.3	—1.3	—1.5

Häufigkeit der Beobachtungen mit Verdunstung der Schneedecke, bestimmt auf Grund des Thaupunktes.

Bew.	7h a. m.		1h p. m.		9h p. m.	
	üb. Eis	üb. Wasser	üb. Eis	üb. Wasser	üb. Eis	üb. Wasser
0	4 %	4 %	6 %	6 %	0 %	2 %
1—4	5	5	16	22	28	28
5—8	45	55	89	92	46	46
9—10	55	65	84	84	62	62
Schneefall	80	87	90	90	75	79

Solange weniger als der halbe Himmel bewölkt ist, überwiegt die Kondensation ganz außerordentlich über die Verdunstung und zwar umso mehr, je klarer das Wetter ist. Bei Bewölkungsgraden zwischen 5 und 8 halten beide einander die Wage. Bei ganz bedecktem Himmel (Bewölkung 9 bis 10) überwiegt die Verdunstung ziemlich stark über die Kondensation, noch stärker aber bei Schneefall.

Wir sind am Schluß der Diskussion der Davoser Beobachtungen. Fassen wir die wichtigsten Resultate noch einmal kurz zusammen.

1. Die Temperatur der Schneeoberfläche zu Davos war durchweg tiefer als die Temperatur der Luft. Nur wenn Schnee fiel, war sie gleich oder höher.

2. Die Temperatur der Schneeoberfläche ist umso tiefer, je geringer die Bewölkung ist. Gleichzeitig wächst mit abnehmender Bewölkung die Temperaturdifferenz zwischen Luft und Schnee.

3. Die Schneedecke übt in Folge dessen einen stark abkühlenden Einfluß auf die Temperatur der Luft aus, der mit abnehmender Bewölkung wächst. Er ist daher bei anticyklonaler Wetterlage am stärksten und verringert sich mit zunehmender Windstärke, weil dann die Schneeoberfläche ihre Temperatur jener der über sie hinweg eilenden Luftmassen nähert.

Digitized by Google

4. In Folge seiner niedrigen Temperatur veranlaßt der Schnee häufig eine Kondensation des in der Luft enthaltenen Wasserdampfs an seiner Oberfläche in Form von Rauhfrost. Diese Kondensation ist bei klarem Wetter am häufigsten, während bei trübem Wetter die Verdunstung überwiegt.

Die aus den Davoser Beobachtungen abgeleiteten Resultate gelten zunächst nur für das Davoser Hochthal. Doch sind sie z. Th. derart, daß man sie ohne Bedenken auf andere analog gestaltete Hochthäler, z. B. das Engadin, übertragen kann. Wie sich die Verhältnisse am Fuße des Gebirges oder auf einem Gipfel gestalten werden, läßt sich dagegen im Voraus nicht sagen; hier müssen Beobachtungen entscheiden. Freilich, daß die abkühlende Wirkung der Schneefläche auf die Temperatur sich auch hier finden wird, kann einem Zweifel nicht unterliegen.

Einfluß der Schneedecke auf die Witterung in den Bayrischen Alpen.

Die Davoser Beobachtungen haben uns die Qualität des Einflusses einer Schneedecke auf die Temperatur kennen gelehrt. Die Quantität zu bestimmen, gestatten sie leider nicht. Das kann nur durch den Vergleich der Temperatur geschehen, wie sie sich unter sonst genau gleichen Umständen mit und ohne Schneedecke gestaltet. Für Davos ist das nicht möglich, weil hier jeden Winter Schnee liegt, und schneelose Wintermonate überhaupt nicht vorkommen. Um einen solchen Vergleich auszuführen, müssen wir etwas tiefer steigen. Leider ist ein solcher Vergleich nur für das bayrische Gebiet möglich, weil sonst nirgends die Schneedecke beobachtet wird.

Offenbar kann die Vergleichung in zweierlei Weise angestellt werden. Man kann zunächst die Temperatur eines Zeitraums, in dem Schnee lag, mit der Temperatur des gleichen Orts während einer anderen Periode vergleichen, wo bei sonst gleicher Wetterlage und Jahreszeit der Boden aper war; oder man kann die gleichzeitigen Temperaturen zweier Orte mit einander vergleichen, von denen der eine eine Schneedecke besaß, der andere aber nicht. Wir wollen nacheinander beide Wege einschlagen.

Im December 1888 und Januar 1889 herrschte im Gebiet der Alpen, speciell in Bayern und in der Schweiz, durchaus anticyklonales Wetter, d. h. der Luftdruck war hoch und es fehlte an stärkerer Luftbewegung. Dabei lagen in der Tiefe vielfach Nebel, während in der Höhe ein wolkenloser Himmel sich wölbte. Im Februar nahm der Luftdruck ab und es stellte sich wechselndes Wetter mit reichlichen Niederschlägen ein. Ganz analog war die Wetterlage im December 1890. Den größten Theil des Monats befand sich der Nordfuß der Alpen im Centrum oder am Rande einer Anticyklone. Das gilt auch vom

Digitized by Google

Januar 1891, wo die Wetterlage nur vorübergehend am 21. bis 25. durch eine kurzes Thauwetter bringende Depression eine Störung erfuhr. Noch ausgesprochener anticyklonal war der Februar 1891. In einem Punkte aber unterschieden sich die beiden Winter durchgreifend — in der Schneebedeckung des Bodens. Im Winter 1888/89 lag bis Ende Januar nur hier und da in den Thälern Schnee, erst im Februar stellte sich eine dauernde Schneedecke ein. Im Winter 1890/91 war dagegen der Boden von Ende November an ganz mit Schnee bedeckt. Am besten zeigen das die Zahlen für den Beginn und das Ende der ununterbrochenen Schneedecke in Bayern.

Dauer der ununterbrochenen Schneedecke in den Bayrischen Alpen.

		Winter 1888/89			1890/91		
Station	Seehöhe	Beginn	Ende	Tage	Beginn	Ende	Tage
München	526	21. II	10. III	18	25. XI	22. II	90
Rosenheim	446	3. II	24. III	50	2 . XI	5. III	101
Miesbach	717	3. II	12. IV	69	25. XI	10. III	106
Oberstdorf	842	3. II	20. IV	77	24. XI	22. IV	150
Peißenberg	994	3. II	21. IV	78	25. XI	17. III	113
Hochkreuth	989	3. II	16. IV	73	25. XI	9. III	105
Wendelstein	1730	3. II	22. IV	79	17. X	8. V	204

Es bestand 1888/89 zwar zeitweise schon vorher eine Schneedecke, die aber nie große Mächtigkeit annahm und bald verschwand, wie nachfolgende Zahlen veranschaulichen sollen.

Zahl der Tage mit Schneedecke und größte Tiefe der Schneedecke (cm).

			December		Januar		Februar	
			Tage	Tiefe	Tage	Tiefe	Tage	Tiefe
München	526	88/89	0	0	13	6	24	13
		90/91	31	11	31	36	22	21
Rosenheim	446	88/89	1	1	17	10	26	25
		90/91	31	7	31	40	28	41
Miesbach	717	88/89	12	2	16	9	26	62
		90/91	31	15	31	57	28	67
Oberstdorf	842	88/89	0	0	12	11	27	85
		90/91	31	17	31	73	28	67
Peißenberg	994	88/89	6	2	14	11	26	92
		90/91	31	33	31	60	28	51
Hochkreuth	989	88/89	20	10	17	17	27	100
		90/91	31	22	31	70	28	84
Wendelstein	1730	88/89	20	14	20	25	27	72
		90/91	31	16	31	148	28	90

Die Unterschiede in der Schneedecke sind also im December und Januar sehr groß, und gleichen sich erst im Februar aus. — Wie gestalten sich nun die Temperaturverhältnisse? Darüber giebt nachfolgende kleine Tabelle Auskunft:

Digitized by Google

Monatsmittel der Temperatur im Winter 1888/89 und 1891/92.

		December	Januar	Februar
München	1888/89	— 1.8	—3.5	— 2.8
	90/91	— 7.1	—6.2	— 3.4
	Differenz	— 5.3	—2.7	— 0.6
Rosenheim	1888/89	— 6.8	—4.6	— 3.8
	90/91	— 7.1	—7.6	— 4.1
	Differenz	— 6.3	— 3.0	— 0.3
Miesbach	1888/89	— 3.5	—5.0	— 4.5
	90/91	— 9.1	—8.2	— 5.3
	Differenz	— 5.6	—3.2	— 0.8
Oberstdorf	1888/89	— 1.4	—5.8	— 5.3
	90/91	—10.2	—9.8	— 5.9
	Differenz	— 8.8	—4.0	— 0.6
Peißenberg	1888/89	— 1.4	—4.6	— 6.0
	90/91	— 7.3	—7.1	— 2.9
	Differenz	— 8.7	—2.5	+ 3.1
Wendelstein	1888,89	— 0.7	—5.4	—10.0
	90/91	— 5.5	—9.9	— 4.6
	Differenz	— 4.8	—4.5	+ 5.4

Man sieht deutlich, wie der schneereiche Winter im December und Januar viel tiefere Monats-Temperaturen aufwies als der schneearme. Damit wird unser obiger Satz bestätigt, daß die Schneedecke die Temperatur erheblich deprimirt. Die Monate Februar 1889 und Februar 1891 lassen sich nicht direkt vergleichen, weil der erste ganz cyklonal war, der zweite dagegen anticyklonal. Die Temperatur scheint gleich. Aber das wird im Februar 1889 durch hohe Morgen- und Abend-Temperaturen bewirkt, im Februar 1891 dagegen durch hohe Mittagstemperaturen. Sieht man von den letzteren ab und berücksichtigt nur die Nachttemperaturen, d. h. die täglichen Minima, so war der Februar 1891 mit seiner Schneedecke an den Thalsohlen und in der Ebene erheblich kälter als selbst der schneearme Januar 1889, obwohl ja sonst der Februar wärmer zu sein pflegt als der Januar. Das zeigen folgende Zahlen:

Mittlere Temperatur-Minima.

	Januar 1889	Februar 1891
München	— 5.5	— 6.6
Rosenheim	— 6.7	—10.5
Miesbach	— 8.5	—10.2
Oberstdorf	—11.5	—11.7

Auch in der Schweiz bestanden ähnliche Verhältnisse; leider werden jedoch hier keine Notizen über die Schneedecke gemacht. Nur Zürich

Digitized by Google

und Basel geben summarisch an, wann in den einzelnen Monaten Schnee lag. In Basel lag im Winter 1888/89 in der Zeit vom 1. December bis 1. Februar nur am 7. Januar eine leichte Schneedecke, in Zürich vom 10. bis 31. Januar. Dagegen hatte Zürich den ganzen December 1890 und Januar 1891, sowie Basel vom 1. December bis zum 24. Januar ununterbrochen Schnee.

Die Temperaturverhältnisse dieser Monate gestalten sich folgendermaßen:

	December			Januar		
	1888	1890	Diff.	1889	1891	Diff.
Basel	− 0.7	−4.5	−3.8	−1.4	−4.5	−3.1
Zürich	−1.5	−5.8	−3.3	− 2.5	−5.3	−2.2

Die Differenzen im December sind größer, weil in diesem Monat der totalen Schneelosigkeit von 1888 die totale Schneebedeckung von 1890 gegenübersteht, während der Januar 1889 in Zürich z. Th. eine Schneedecke besaß, und andererseits der Januar 1891 in Basel gegen Ende schneelos war. Jedenfalls führen die Zahlen uns wieder vortrefflich den abkühlenden Einfluß der Schneedecke vor Augen.

Aber auch, wenn wir die gleichzeitig herrschenden Temperaturen zweier Orte vergleichen, von denen der eine eine Schneedecke hatte, der andere aber nicht, erkennen wir klar den abkühlenden Einfluß des Schnees. Ganz leicht zu finden sind allerdings solche Stationspaare besonders im Winter nicht, weil dann in der Regel das ganze Alpengebiet gleichmäßig in Schnee gehüllt ist. Dagegen bietet sich im Frühling hierfür manche Gelegenheit. Dann vermag überall, wo Schnee liegt, die Temperatur sich nicht wesentlich über 0^0 zu erheben. Da nun gerade das Gebirge durch Schneereichthum ausgezeichnet ist, so bleibt hier in gleichen Höhenlagen der Schnee oft länger liegen als draußen in der Ebene und es verzögert sich der Einzug des Frühlings. Wenn in Bern bereits aller Schnee geschwunden ist und die Temperatur sich schon weit über den Nullpunkt erhebt, liegt häufig die Sohle des Aarthales im Gebirge in gleicher Höhe noch in Schnee vergraben und die Temperatur ist frisch.

Diesen abkühlenden Einfluß der Schneedecke lassen auch die Beobachtungen der bayrischen Stationen sehr gut erkennen. Ich wähle hierzu die Stationspaare Lindau und Kempten und Rosenheim und Traunstein. Bei Lindau in 399 m Schneehöhe ist der Boden oft schneefrei, während in dem 300 m höher gelegenen Kempten (696 m) sich die Schneedecke noch hält. Ebenso ist Rosenheim (446 m) oft schon schneefrei, während bei Traunstein (597 m) noch Schnee liegt. Die Temperaturen der Stationspaare lassen sich nicht direkt vergleichen, weil

Digitized by Google

die Orte in verschiedenen Seehöhen liegen und daher mit geringen Ausnahmen Kempten immer kälter als Lindau und Rosenheim immer kälter als Traunstein ist. Wenn der Schnee abkühlend wirkt, dann muß nun aber offenbar der Temperaturunterschied zwischen Lindau und Kempten bezw. Rosenheim und Traunstein besonders groß sein, sobald die untere Station schneefrei ist, die obere aber noch nicht, kleiner dagegen, wenn an beiden Orten kein Schnee oder an beiden Orten gleichzeitig Schnee liegt. In der That ist das der Fall. Mit Hülfe der Schneebeobachtungen aus den 5 Wintern 1886/87 bis 1890/91 konnte ich diejenigen Tage ausfindig machen, wo die Schneeverhältnisse an beiden Orten gleich waren, und diejenigen, an denen nur der höher gelegene Ort eine Schneedecke hatte, und dann die zugehörigen Temperaturen aus der Zusammenstellung entnehmen, die jährlich von der bayrischen Centralstelle für jene 4 Stationen veröffentlicht wird. Ich erhielt folgende kleine Tabelle*):

An den 25 December-Tagen, wo sich bei Kempten die Schneedecke noch hielt, während sie in Lindau schon fehlte, war Kempten um

Temperaturunterschied zwischen Lindau-Kempten.

	December		Januar		Februar		März	
	Zahl d. Tage	Temp.-Diff.	Zahl d. Tage	Temp.-Diff.	Zahl d. Tage	Temp.-Diff.	Zahl d. Tage	Temp.-Diff.
Wenn L. schneefrei, K. mit Schnee war	25	3.6° C.	25	3.6° C.	30	4.1° C.	40	2.2° C.
Wenn beide Orte mit oder beide ohne Schnee waren	100	3.1	110	3.2°	80	3.0	45	20
		0.5		0.4		1.1		0.2

Zwischen Rosenheim-Traunstein.

Wenn R. vorwiegend schneefrei, T. mit Schnee war	15	1.2° C.	30	1.4° C.	20	1.5° C.	30	1.7° C.
Wenn beide Orte mit oder ohne Schnee waren	130	0.5	105	—0.4	130	0.6	9.5	1.0
		0.7		1.8		0.9		0.7

0.5° C, an den 25 Januartagen um 0.4°, an den 30 Februartagen sogar um 1.1° zu kalt. Analog war das Verhältnis zwischen Rosenheim und Traunstein.

Wenn im Frühling die Schneedecke die tiefen Thäler verlassen hat und sich auf die Höhen zurückzuziehen beginnt, dann hält sie dort

*) Die Untersuchung wurde mit Hülfe der Pentadenmittel der Temperatur geführt. Als Pentaden mit gleichem Charakter an beiden Orten wurden die betrachtet, wo während mindestens 4 Tagen an der obern und an der untern Station gleichzeitig Schnee lag oder fehlte. Als Pentaden mit entgegengesetztem Charakter galten beim Stationspaar Lindau und Kempten nur diejenigen, wo Lindau die ganze Zeit schneefrei war und Kempten die ganze Zeit eine Schneedecke besaß, beim Stationspaar Rosenheim und Traunstein dagegen diejenigen Pentaden, wo wenigstens an 3 Tagen der Gegensatz bestand. Das war geboten, weil sonst die Zahl der Pentaden entgegengesetzten Charakters bei Rosenheim und Traunstein sehr klein (nur 8) gewesen wäre.

Digitized by Google

die winterlichen Temperaturen fest, indem sie, besonders Nachts, die Luft immer wieder und immer wieder auf 0° und darunter abkühlt. Hierdurch verschärft sich der Kontrast zwischen dem schneefreien Thal in der Tiefe, in das der Frühling schon eingezogen ist, und dem noch im Winterkleid liegenden Hochthal. Dann ist die Temperaturdifferenz zwischen beiden am größten. Woeikof hat das durch eine Reihe von Beispielen aus den Schweizer Alpen sehr schön klar gelegt*). Im April liegt die untere Grenze des Schnees etwa in 1000 m Höhe. Chur (603 m) ist bereits schneefrei, während sich im nahen Churwalden (1213) oder wenigstens auf den benachbarten Hängen der Schnee noch hält, um erst im Mai zu verschwinden. Daher ist im April Churwalden 4.6° kälter als Chur, im März dagegen nur 4.2 und im Mai nur 4.3°. Im Juni ist die Schneegrenze bis gegen 2000 m emporgerückt und liegt zwischen Sils (1810 m) und dem Julierpaß (2244 m). Daher erreicht die Temperaturdifferenz zwischen beiden im Juni ihren größten Werth: Mai 2.5°, Juni **3.7°**, Juli 2.6°. Es läßt sich ganz allgemein der Satz aussprechen, daß die Temperatur zwischen zwei Orten in jenem Monat mit wachsender Höhe am raschesten abnimmt, in dem der untere schon schneefrei ist, während der obere noch einen Rest der winterlichen Schneedecke besitzt. Das gilt besonders von den Hochthälern, nicht von den Berggipfeln. Diese ragen in eine frei bewegte Atmosphäre hinein; die Luft verweilt immer nur kurze Zeit in Berührung mit den Schneemassen und wird bald durch neue ersetzt, vermag sich daher nicht nennenswerth abzukühlen. Auf Berggipfeln und an Hängen kann daher die Temperatur auch in Gegenwart von Schnee weit über Null stehen; in Thälern, wo die Luftcirkulation stark behindert ist, entfernt sie sich im Durchschnitt lange nicht so weit von Nullgrad, so lange Schnee vorhanden ist.

Diese rasche Temperaturabnahme im Frühsommer ist in mancher Hinsicht wichtig. Woeikof hat mit Recht darauf hingewiesen, daß hier wahrscheinlich eine Hauptursache der großen Häufigkeit der Gewitter des Frühsommers ist. Denn die rasche Temperaturabnahme befördert das Auftreten von aufsteigenden Luftströmen, die die überhitzten feuchten Luftmassen der Thäler emportragen. Hierbei kommt es zu heftigen Kondensationen und Gewitterbildung.

Wir sind am Schlusse unserer Ausführungen angelangt. Wir haben uns im Verlauf derselben begnügen müssen, wenigstens durch Beispiele den Einfluß der Schneedecke auf das Klima klarzulegen. Dazu

*) A. a. O. S. 98.

Digitized by Google

waren diese Beispiele einem ganz kleinen Gebiet, im wesentlichen dem zwischen dem Inn und der oberen Salzach im Süden, dem Rhein im Westen und der unteren Salzach im Osten entnommen; denn nur hier standen die nothwendigen Beobachtungen zur Verfügung. Beispiele sind zwar vortrefflich, wenn es gilt, einem weiteren Kreis eine Frage anschaulich zu machen — allein einwurfsfrei lösen läßt sie sich dadurch nicht. Bei jedem Schritt sind wir auf Fragen gestoßen, zu deren allgemeiner Beantwortung das Material fehlt. Daher heißt es, Beobachtungsmaterial für alle Theile der Alpen gewinnen.

Nach drei Richtungen ist das wünschenswerth. Erstlich gilt es, die jährliche vertikale Wanderung der untern Grenze der zusammenhängenden Schneedecke zu bestimmen, wie das am Säntis und bei Innsbruck geschehen ist. Besonders für den äußersten Osten der Alpen, etwa für die Niederen Tauern, sowie für die südlichen Alpenthäler wären solche Beobachtungen sehr wichtig. Sie sind leicht von Jedermann anzustellen, müssen jedoch eine Reihe von Jahren täglich oder doch fast täglich fortgeführt werden, um ihren vollen Werth zu erhalten. Am besten eignen sich hierfür Gehänge, die nicht allzu steil sind. Die Höhe der Schneegrenze läßt sich leicht vom Thal aus an der Hand von kenntlichen Punkten des Gehänges, deren Höhe bekannt ist, täglich abschätzen. Als Muster können die Beobachtungen von v. Kerner im Innthal dienen.

Zweitens gilt es, an möglichst zahlreichen Orten, an denen sich meteorologische Stationen befinden, nach der in Bayern mit so viel Erfolg eingeschlagenen Methode Tag für Tag die Schneedecke zu beobachten, d. h. Tag für Tag zu notiren, ob Schnee auf dem Boden liegt oder nicht, und womöglich auch seine Tiefe anzugeben. Die Tiefe wird ganz einfach an möglichst weit von Gebäuden, Mauern, Bäumen, kurzum allen Hindernissen, welche Schneeanhäufungen verursachen können, in den Boden gesteckten Stangen (Schneepegeln) einmal täglich bestimmt. Auch diese Beobachtungen sind sehr einfach und erfordern nur einen geringen Aufwand von Mühe. Eine Anleitung dazu hat die bayerische meteorologische Centralstation publicirt.*)

Drittens ist es endlich wünschenswerth, daß noch an einigen Orten Beobachtungen der Temperatur der Schneeoberfläche angestellt werden wie in Davos, und zwar an Orten mit möglichst verschiedener Lage. Besonders erwünscht wären Beobachtungen an einem Ort am Fuß der Alpen, ferner solche in einem der tiefen Hauptthäler und auch auf einem Bergobservatorium. Diese Beobachtungen erfordern schon mehr Mühe und Sorgfalt und setzen eine gewisse Vertrautheit in der Handhabung

*) Wiedergegeben in der Met. Zeitschrift 1887, S. 15. Dasselbe geschieht übrigens auch im Stationsnetze des Kgl. Preuß. Meteor. Instituts. D. Red.

Digitized by Google

eines feinen Thermometers voraus. Sie sollten daher am besten von bereits existirenden meteorologischen Stationen ausgeführt werden.

Sind einmal nach diesen drei Richtungen im ganzen Alpengebiete Beobachtungen angestellt und publicirt worden, dann wird man zu einer zusammenfassenden Untersuchung über den Einfluß der Schneedecke auf das Klima der Alpen schreiten können, den wir in den obigen Ausführungen nur kurz skizziren konnten. Dieselben haben ihren Zweck erfüllt, wenn sie vielleicht den Einen oder den Andern zur Anstellung solcher Beobachtungen veranlassen.

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im August 1900.

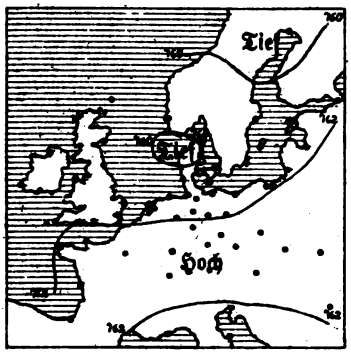
Ähnlich wie im Monat Juli konnte man auch im August im wesentlichen zwei ausgeprägte verschiedenartige Witterungsperioden unterscheiden, eine kühle, vielfach regnerische zu Anfang, eine trockene, warme von Mitte des Monats ab. Während aber im Juli die in der zweiten Dekade einsetzende Wärme und Trockenheit sehr intensiv auftrat und bis gegen Monatsschluß anhielt, war die entsprechende Periode im August weniger warm und von kürzerer Dauer, die letzte Dekade hatte großen Gewitterreichthum und bildete den Übergang zu einer kühleren Periode.

Bis zum 12. August stand Mitteleuropa, insbesondere der nordwestliche Theil, unter dem Einfluß mehrerer sehr tiefer Depressionen, die nacheinander mit großer Beharrlichkeit dieselbe Zugstraße verfolgten. Sie erschienen im Westen Irlands, zogen ostwärts bis etwa an die dänischen Inseln und von da nordwärts nach Schweden. Die erste Depression folgte diesem Weg vom 1. bis 3. August, die zweite vom 3. bis 6., die dritte vom 6. bis 9. und die vierte vom 9. bis 12. Da Mitteleuropa südlich dieser Depressionsbahn lag, hatte es während dieser Zeit vorherrschend westliche Winde, die Temperatur lag unter der normalen und Niederschläge und stürmische Winde waren namentlich an den Küsten (außer im Osten) häufig. Bemerkenswerth ist, daß jede Depression bei ihrem Vorübergang von Gewittererscheinungen begleitet war, die sich besonders an der Küste mit starken Niederschlägen einstellten. Vom 12. ab trat eine neue Wetterlage auf, die in Folge des langsamen Vorüberziehens eines Hochdruckgebiets von Südwesten nach Nordosten von längerer Dauer war. Die Temperatur stieg und die Niederschläge hörten auf. Es gab eine Reihe schöner Sommertage. Indessen bereitete sich schon vom 20. ab ein neuer Witterungsumschlag vor. Das Wetter wurde schwül, im Westen kam es zu Gewittern, und in den folgenden Tagen breiteten sich mit einem von Westen heranziehenden Minimum die Gewittererscheinungen und nachfolgende Abkühlung immer weiter ostwärts aus. Indessen hatten die meisten Gewitter und Niederschläge nur lokale Verbreitungsbezirke. Die Temperaturen sanken unter die normale, auch als gegen Monatsschluß von neuem anticyklonales Wetter zur Geltung kam.

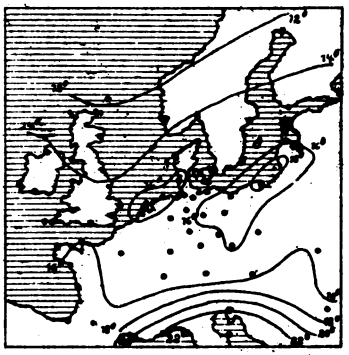
Dadurch, daß der Osten Mitteleuropas von den Depressionen der ersten Monatsdekade fast verschont blieb und in das westliche Depressionsgebiet der dritten Dekade erst später einbezogen wurde, gestalteten sich die Witterungsverhältnisse daselbst in mancher Beziehung anders, als auf dem übrigen Gebiet. Die östlichen Provinzen Preußens hatten eine mittlere Monatstemperatur, die um mehr als 1^0 zu hoch war und einen Fehlbetrag von Niederschlägen, der $^2/_3$ der normalen Mengen betrug.

Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.
1900. Heft 10.



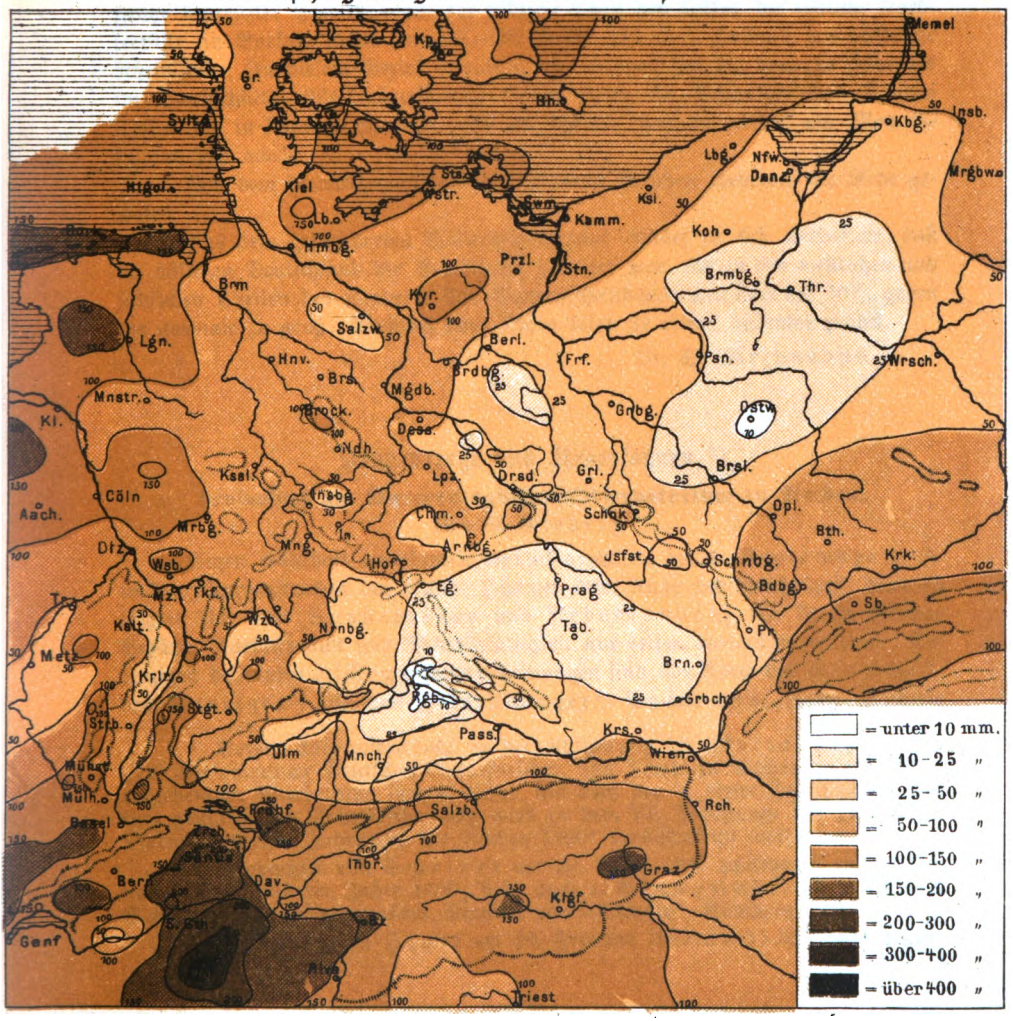
Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen. (C°.)
(8h früh.)

August 1900.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

Der größte Theil Mitteleuropas zeigte ein anderes Verhalten. Westlich der Elbe und in Süddeutschland lag die Mitteltemperatur durchweg unter der normalen, im Norden weniger als im Süden, wo die Abweichung 1° überschritt. Eine Ausnahme machte ein Streifen südlich der Donau mit positiver Temperaturabweichung. Relativ am kühlsten war es am Bodensee (Abw. $-2\frac{1}{2}^0$). Die Maximaltemperaturen überstiegen im östlichen Deutschland und stellenweise auch in Bayern noch 30° um einige Grade. Die Minimaltemperaturen gingen am 31. fast bis 4° herab. Die höchsten Pentadenwerthe der Temperatur hatte das ostdeutsche Binnenland vom 19.—23. August mit mehr als 22°.

Wie die Niederschlagskarte zeigt, war die Vertheilung der Regenmengen sehr ungleichförmig, eine Folge des Auftretens lokaler Gewitter- und Strichregen. Die bereits erwähnte Dürre der östlichen Provinzen findet auf dem ganzen Gebiet nur noch ein Analogon in der Gegend von Regensburg, wo nur $\frac{1}{10}$ der normalen Menge gemessen wurde. Überhaupt hatte das östliche und südliche Bayern zu wenig Regen; ähnliche Gebiete finden sich noch im Odenwald und in Lothringen. Sonst ist fast überall ein Ueberschuß von Regen gefallen, der allerdings quantitativ von Ort zu Ort sehr wechselt. Am niederschlagreichsten waren in Folge begrenzter Gewitterregen der südliche Theil der Ostsee, die südliche Nordseeküste (in Borkum fielen vom 20.—26. August 119 mm), Holland, das nördliche Rheinland. In diesem Bezirk erreichten die Mengen fast die doppelte Höhe als im Durchschnitt. Wolkenbruchartige Regen fielen im Schweizerischen Kanton Tessin und in seiner Umgebung vom 25. bis 27. (Lugano meldet als Monatssumme 575 mm!)

Von dem Gewitterreichthum des Monats ist schon mehrfach die Rede gewesen.

Aus dem geschilderten Witterungsverlauf erklärt es sich wiederum, daß im östlichen Deutschland die Bewölkung geringer war, als in den westlichen und südlichen Theilen des Landes. Die Sonnenscheindauer war dort um 10% gegen die normale zu groß. Westlich vom Rhein blieb sie etwas dahinter zurück.

Dr. W. Meinardus.

Sonnenringe und Nebensonnen,[1])

beobachtet am Meteorologischen Observatorium zu Aachen.

Von A. Sieberg.

Einen wahrhaft imposanten Anblick gewährte am 4. September d. J. in den Morgenstunden der östliche Himmel dem Auge des Beschauers; denn es zeigten sich dort Sonnenringe und Nebensonnen, wie sie in gleicher Schärfe, Farbenpracht und Mannigfaltigkeit nur selten beobachtet wurden. Die einzigen bekannten derartigen Lichterscheinungen sind vor Allem das Römische[2]), das Danziger[3]) und das Petersburger[4]) Phänomen, deren Beschrei-

[1]) Bereits kurz mitgetheilt in der Abtheilung für Meteorologie der „72. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Aachen 1900". Eine eingehendere Bearbeitung sowohl dieser, als auch der in dieser Zeitschrift S. 212 kurz geschilderten Naturerscheinung wird in dem VI. Jahrgange des „Deutschen Meteorologischen Jahrbuchs für Aachen 1900" veröffentlicht werden.

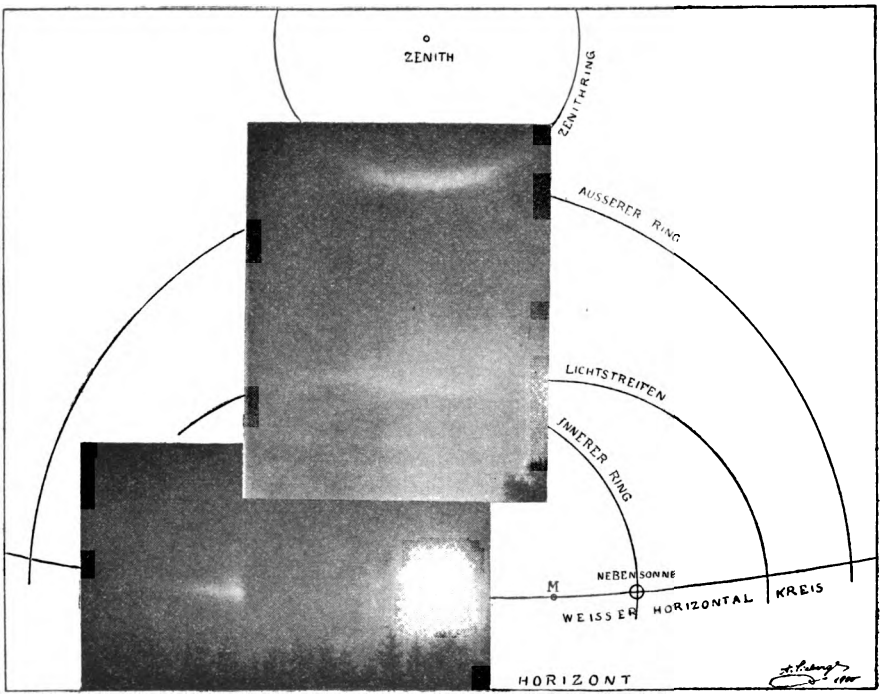
[2]) Beobachtet von Scheiner am 20. März 1629 zwischen 2 und 3 Uhr nachmittags, und im Jahre 1630; siehe auch v. Braunmühl: „Christoph Scheiner als Mathematiker, Physiker und Astronom", Bamberg 1891, S. 67 ff.

[3]) Beobachtet von Hevel am 20. Februar 1661 um 11 Uhr vormittags;

Digitized by Google

bungen Kuße[5]) in Grunert's „Beiträgen zur meteorologischen Optik" zusammenfaßte; diesen schließen sich an das württembergische[6]) und in neuerer Zeit das istrische[7]) Phänomen, sowie der am 19. Juni ds. Jrs. zu Ede[8]) in Gelderland (Holland) beobachtete Halo.

Während aber von allen diesen Naturerscheinungen nur einfache Zeichnungen vorliegen, die auf Genauigkeit naturgemäß keinen allzugroßen Anspruch erheben können, gelangen in diesem Falle eine Anzahl von photographischen Detailaufnahmen, die mir in liebenswürdigster Weise von Herrn Dr. E. Rothschuh zur Verfügung gestellt wurden. Es sind dies meines Wissens die ersten derartigen Photogramme, und benutzte ich zwei derselben, um sie zu einem Gesamtbilde (Fig. 1) des Haupttheiles zu ergänzen, welches wohl zu genauen Messungen



siehe Hevelius: „Mercurius in sole visus . . . . . nec non genuina delineatio paraselenarum et pareliorum quorundam rarissimorum".

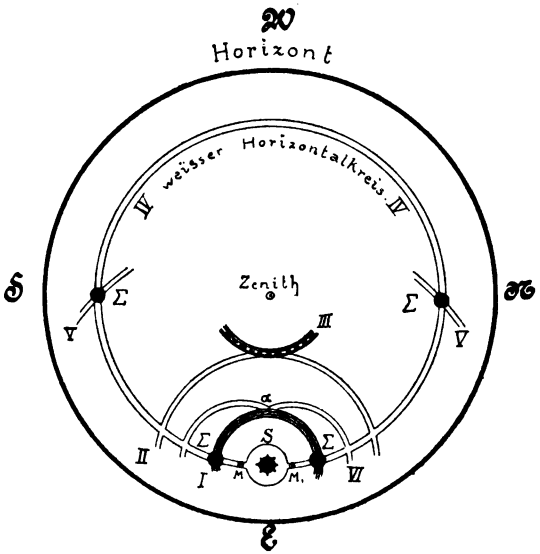
[4]) Beobachtet von Lowitz am 18. (29.) Juni 1790 von 7^{30} bis 12^{30} vormittags; siehe J. T. Lowitz „Description d'un météore remarquable observé à St. Pétersbourg", St. Pétersbourg 1794. Ein solches Phänomen zeigte sich in Petersburg bereits im Jahre 1758 viermal, wenn auch nicht immer in gleicher Vollständigkeit, und wurde von Aepinus beobachtet und beschrieben in: Novi Commentarii Acad. Scient. Imp. Petrop. Tom. VIII 1763. S. 392; die betreffende Abhandlung lautet: „Halonum extraordinarium Petropoli visarum descriptio" Autore F. V. T. Aepino.

[5]) „Die drei wichtigsten ältern Hof- und Nebensonnen-Phänomene, nämlich das Römische, das Danziger und das Petersburger Phänomen, genau nach den Quellen dargestellt nebst Bemerkungen über derartige Phänomene überhaupt". I. Theil, II. Heft. Leipzig 1848.

[6]) Brotbeyel: „dreier Sonnen, mit jren Regenbogen und ringen beschreibung, so im MDXLI. Jar, am VI. tag Winttermons, ob der Stadt Ballingen, ain meil wegs vom hohen Zollern in Wirtenberg gelegen, erschinen,

Digitized by Google

gecignet ſein dürfte. Gleichzeitig gebe ich in Fig. 2 nach dem Vorgange



Günthers[9]) eine ſchematiſche Darſtellung in Vertikalprojektion, auf welche ich mich bei der nun folgenden Beſchreibung des Phänomens der Einfachheit halber ſtets beziehen werde.

Am Morgen des beſagten Tages zeigten ſich um 7 a (Ortszeit, gegen mitteleurop. Zeit um 36 Minuten zurück) bei der Morgenbeobachtung Cirrus- und Cirrusſtratus-Wolken, die im Oſten und Süden eine dichte Bank bildeten, während ſtarker Dunſt den Horizont ringsum verſchleierte; dabei war an der Sonne nichts Auffälliges zu ſehen. Als ich jedoch um 7^{40} a zufällig nochmals den Himmel muſterte, hatte die Dichtigkeit der Bewölkung noch zugenommen, und es bot ſich mir ein eigenartiges Schauſpiel dar. Zunächſt war die Sonne S von einem Hofe und zwei koncentriſchen Ringen von 22^0 und 45^0 Durchmeſſer umgeben, deren erſterer I von innen nach außen deutlich roth, gelb, grün und blau gefärbt erſchien, während der größere II ein blaſſes rothbraunes Ausſehen hatte. Den Zenith umgab gleichfalls ein Kreis von 22^0, von dem jedoch nur etwas mehr als ein viertel Bogen III ſichtbar war, welcher äußerſt intenſiv, aber in umgekehrter Reihenfolge, alſo von innen nach außen blau, grün, gelb und roth gefärbt war. Dann zog ſich durch die Sonne ein weißer Horizontalkreis IV, der den ganzen Horizont umſpannte und dort, wo er von I geſchnitten wurde, Nebenſonnen Σ trug; außerdem waren im Norden und Süden gleichfalls Nebenſonnen entſtanden in Folge des Durchſchneidens eines großen Kreiſes, von dem jedoch nur kleine Bogenſtücke V ſichtbar waren. Eine Gegenſonne fehlte gänzlich. Es iſt jedoch zu bemerken, daß ſowohl von I und II, als auch von dem weiterhin noch zu beſprechenden Lichtbogen VI nur die obere Hälfte ausgebildet war, während ſich nur ſehr wenig unterhalb des Horizontalkreiſes zeigte.

auch an andern orten gſehen" Augsburg; ſiehe auch Günther: „Ein Stück Meteorologie und Aſtrologie aus Alt-München". J. M. G., I, S. 88 ff.

[7]) v. Kalmar: „Halophänomen in Pola". Meteorologiſche Zeitſchrift XIII, S. 183 ff.

[8]) Nell: „Twee merkwaardige Halos" Nederlandsch Tijdschrift voor Meteorologie. Jahrgang I, Heft 3. S. 39 ff.

[9]) Günther: Handbuch der Geophyſik. II, S. 128. Stuttgart 1899.

Digitized by Google

Dieses Bild erlitt etwa um 7^{46}a eine Änderung, indem sich vom Scheitelpunkte α des Ringes I ein eigenartig gebogener röthlich-brauner Lichtstreifen VI abzweigte; dabei entstand in α, gerade wie beim Petersburger Phänomen, eine starke Helligkeit, welche mich die Bildung einer weitern Nebensonne erwarten ließ, die jedoch ausblieb. Dieser Streifen, dessen absteigender Zweig sich auf dem Photogramm deutlich verfolgen läßt, bestand, wie auch die Messungen bestätigen, aus zwei zur Sonne etwas excentrischen Ringen mit den Mittelpunkten M und M, deren in das Innere des Kreises I fallende Bogen nicht sichtbar waren. In diesem Punkte weicht aber unsere Erscheinung von den ältern mehr oder minder erheblich ab, was jedoch vielleicht auf Ungenauigkeit der Beobachtung und Zeichnung der letztern zurückzuführen sein dürfte. So giebt Huygens[10]) in seiner Abbildung des Römischen Phänomens von 1630 in α nur eine Nebensonne an, während Kuße[11]) dort außerdem noch einen aufwärts gekrümmten Kreisbogen annehmen zu müssen glaubt, der beim Danziger[12]) Phänomen auch wirklich verzeichnet ist, wohingegen das Petersburger der Aachener Erscheinung schon näher kommt. Lowitz[13]) nimmt nämlich auch an, daß der der Sonne zunächst liegende Theil des Phänomens aus zwei zur Sonne etwas excentrischen und sich schneidenden Kreisen besteht, aber so, daß der innere Ring I keine kreisförmige, sondern eine seitlich abgeplattete, also ovale, Gestalt besitzt, was übrigens auch von Clausius[14]) in Zweifel gezogen wird; dabei waren die äußeren Bogen viel klarer und farbenprächtiger als die inneren, während in Aachen das Umgekehrte beobachtet wurde.

In dem zuletzt beschriebenen Zustande, der die höchste Entwickelung der Naturerscheinung darstellte, blieb das Bild bis 7^{55}a, wo II sehr schnell zu verblassen begann, worauf 7^{58}a III und VI, und 8a auch I folgten. Der Horizontalkreis mit drei Nebensonnen blieb noch längere Zeit sichtbar, wohingegen die vierte im Süden schon um 7^{53}a verschwunden war. Heraufziehende Cumuluswolken bedeckten gegen 9a den Himmel und entzogen damit den Rest des Phänomens den Blicken.

Referate.

Wissenschaftliche Luftfahrten, ausgeführt vom Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin, unter Mitwirkung von O. Baschin, W. von Bezold, R. Börnstein, H. Groß, V. Kremser, H. Stade und R. Süring herausgegeben von Richard Aßmann und Arthur Berson. In 3 Bänden, klein 4^0. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig, 1899 und 1900. Preis 100 M.

In diesem Werke wird die neueste Methode der meteorologischen Forschung, die wissenschaftliche Luftschiffahrt, durch eine Reihe von Fachgelehrten zur Darstellung gebracht, wobei eingehende Erörterungen derjenigen Experimente zu Grunde gelegt werden, welche, dank der weitgehenden Unterstützung durch den Kaiser Wilhelm II., welchem auch das Werk gewidmet ist, im letzten Jahrzehnt in Berlin zur Ausführung gelangt sind.

---

[10]) [11]) Kuße. S. 174 Fußnote **), sowie Tafel II, Fig. 2.
[12]) Derselbe. S. 180 und Tafel III, Fig. 1.
[13]) Derselbe. S. 183—184 und Tafel IV, Fig. 1.
[14]) „Uebersichtliche Darstellung der in das Gebiet der meteorologischen Optik gehörenden Erscheinungen." In Grunert's „Beiträgen zur meteorologischen Optik". I. Theil, IV. Heft, S. 44. Leipzig 1850.

Digitized by Google

Im ersten Bande wird zunächst ein Abriß der Geschichte der wissenschaftlichen Luftschiffahrt gegeben und hierbei nach dem Grundsatze, daß „das Vorhandensein einer auf Zahlen gestützten, im wissenschaftlichen Gewande erschienenen Veröffentlichung als Kennzeichen des wissenschaftlichen Charakters einer Luftfahrt diene", eine Auswahl unter den zahlreichen sogenannten „wissenschaftlichen" Fahrten vorgenommen. Die Beobachtungen, das Instrumentarium und dessen Verwendung, werden einer streng sachlichen Kritik unterworfen und hieraus der Schluß gezogen, daß die bis zum Jahre 1888 gewonnenen Werthe Fehlern unterworfen waren, die sie untauglich machen, um als Grundlage weiterer theoretischer Forschungen zu dienen. Hieraus wird nun die Berechtigung und Nothwendigkeit neuer Untersuchungen abgeleitet, wie sie mit den inzwischen verbesserten Instrumenten und Methoden, bei denen das Aspirationspsychrometer an erster Stelle steht, ausgeführt werden können und in den Jahren 1888 bis 1899 thatsächlich vorgenommen worden sind.

Nachdem das bei diesen verwandte Ballonmaterial, das Instrumentarium und die Beobachtungsmethoden, ferner die Berechnungs- und Reduktionsmethoden eingehend dargestellt sind, folgen die bei 65 Freifahrten und 10 Ballon-sonde-Fahrten angestellten Beobachtungen in tabellarischer Form, während ein beigegebener „Fahrten-Atlas" diese und einige berechnete Hauptwerthe in graphischer Darstelluug veranschaulicht.

Der zweite Band, der 88 Bogen umfaßt, enthält die Beschreibung und die Ergebnisse der einzelnen Fahrten, deren Gesamtzahl sich einschließlich 21 Fesselballon-Aufstiegen auf 96 beläuft; 5 farbige Vollbilder nach Aquarellen des Hauptmann Groß, 2 Tafeln und 310 eingedruckte Abbildungen, Wetterkarten, Zustandskurven der vertikalen Vertheilung der wichtigsten meteorologischen Elemente und photographische Aufnahmen vom Ballon aus darstellend, sind eingefügt.

Fernerstehende könnten leicht den Eindruck gewinnen, als sei der Diskussion dieser Einzelfahrten ein etwas zu breiter Raum gewährt worden. Einem Jeden aber, der sich in diese Darstellungen, die stets aus der Feder der unmittelbar betheiligten Beobachter stammen, vertieft, wird es klar werden, daß jede einzelne Fahrt eine Fülle von individuellen Zügen darbietet, die, an sich werthvoll, doch kaum geeignet sind, um in bloßen Zusammenfassungen zum entsprechenden Ausdruck zu gelangen. Zur klaren Ableitung von „Gesetzen" bedarf es daher, wie überall stark betont wird, noch einer viel größeren Häufung des Beobachtungsmateriales. Gilt das aber schon von den mit einwurfsfreien Beobachtungen versehenen „bemannten" Fahrten, so wachsen die Schwierigkeiten in noch viel höherem Grade bei den Aufstiegen der Registrirballons, bei denen unkontrollirbare Apparate die Stelle des sachverständigen und offenbare Irrthümer als solche erkennenden Beobachters vertreten. Wenn man auch nicht umhin können wird, die am Schlusse dieses Bandes stehende skeptische Forderung, „lieber eine „bemannte Fahrt" als drei Aufstiege mit dem „Ballon-sonde" auszuführen, ehe nicht brauchbare und zuverlässige Registrirapparate konstruirt sein werden", auf Grund der erst nachher bekannt gewordenen Temperatur-Mittelwerthe Teisserenc de Bort's, der mehr als 200 Ballon-sonde-Aufstiege ausgeführt hat, zu modificiren, zumal diese zu einem großen Theile mit denen übereinstimmen, die bei den diskutirten „bemannten" Fahrten gewonnen worden sind, so wird man doch noch die Veröffentlichung der Registrirungen selbst abwarten müssen, ehe man deren Zuverlässigkeit auf eine gleiche Stufe mit den „Augenbeobachtungen" zu stellen berechtigt sein wird.

Digitized by Google

Im dritten Bande werden Zusammenfassungen und Hauptergebnisse gegeben, wobei wiederholt betont wird, daß, abgesehen von gelegentlichen Analogien, grundsätzlich von der Heranziehung der Arbeiten anderer Forscher abgesehen worden ist. In diesem Sinne hat Berson die Lufttemperatur sowie die Geschwindigkeit und Richtung des Windes, Süring die Vertheilung des Wasserdampfes und die Wolkenbildungen, Aßmann die Sonnenstrahlung auf Grund des in dem Berichtswerke niedergelegten Materiales dargestellt. Börnstein erörtert die Luftelektricität und von Bezold giebt in einem Kapitel: „Theoretische Schlußbetrachtungen" eine lichtvolle Zusammenfassung der einzeln behandelten Elemente. Die Herausgeber verwahren sich ausdrücklich dagegen, die vorliegende Bearbeitung des großen Materiales als eine „erschöpfende" ansehen zu lassen; sie hoffen vielmehr, daß es nicht an solchen Fachgenossen fehlen wird, welche die Ziffern desselben nach ihren eigenen Anschauungen zum Reden bringen werden. Die wichtigste Voraussetzung hierfür, die strenge Zuverlässigkeit jeder ohne Vorbehalt gegebenen Zahl, können die Herausgeber verbürgen.

Ein Fachmann allererster Qualität giebt sein Urtheil über das vorliegende Werk dahin ab, daß er es als „ein für mehrere wichtige Kapitel der Meteorologie grundlegendes" erklärt.

Die Ausstattung in Papier, Druck, Reproduktionen u. s. w. ist die eines Prachtwerkes erster Qualität, das der angesehenen Verlagsfirma Ehre macht.

Berichtigung.

In dem Juliheste befindet sich auf Seite 166 Zeile 4 von oben ein sinnentstellender Druckfehler: statt des Wortes „unausführbar" muß es heißen „ausführbar".

Digitized by Google

Das Meteorologische Observatorium Aachen.

Von Dr. P. Polis in Aachen.

Das Meteorologische Observatorium zu Aachen ist nunmehr durch die am 22. September vollzogene feierliche Einweihung endgültig seiner Bestimmung übergeben worden.

Der Neubau erhebt sich auf dem höchsten Punkte des Stadtgartens, dem Wingertsberge (Seehöhe 204 m), in einer besonders günstigen Lage, weil größere Häusermassen, welche die Beobachtungen beeinflussen könnten, erst in einem Umkreise von ca. 200 m vorkommen. Hierdurch wird es ermöglicht, sich nicht nur mit der Lösung rein klimatischer Fragen zu befassen, sondern auch der eigentlichen „Physik der Atmosphäre" größere Aufmerksamkeit zu schenken.

Hier in Aachen reichen die meteorologischen Beobachtungen bis zum Jahre 1838 ununterbrochen zurück, die zuerst Prof. Dr. Heis privatim anstellte, bis ihm 1847 die staatliche Station übertragen wurde. Mit dem Weggange von Heis nach Münster (1852) wurde zwar die staatliche Station aufgehoben, jedoch meteorologische Beobachtungen von Dr. vom Kolke bis 1857, von diesem Zeitpunkte an bis 1892 von dem Geheimen Sanitätsrath Dr. Schervier vorgenommen; außerdem beobachteten noch Geheimer Medicinalrath Dr. Schaper (1868–71), J. Beißel sen. (1863–71) und Pepys (1879–86). Im Jahre 1873 erfolgte die Neugründung der staatlichen Station, die zuerst von Prof. Dr. Sieberger bis Oktober 1894 verwaltet, sodann vom Königl. Preußischen Meteorologischen Institut dem Referenten übertragen wurde. Die Station stieg im Jahre 1895 zu dem Range einer „Meteorologischen Station I. Ordnung" auf. An anderen Punkten der Stadt werden gleichzeitig noch weitere Beobachtungen vorgenommen. Außerdem entstand im Jahre 1895 die Waldstation am Aussichtsthurm, an der Temperatur, Feuchtigkeit, Niederschlag und Wind beobachtet werden. Eine Erweiterung des Stationsnetzes zu technischen und anderen Zwecken erfolgte im Jahre 1897, wodurch der Aachener Centralstation 6 Stationen höherer Ordnung und 29 Regenstationen unterstellt wurden.

Das Bauprogramm wurde am hiesigen Institut vom Referenten unter vielfachen Besprechungen mit den Assistenten Sieberg und Thelen aufgestellt, die auch die grundlegenden Skizzen entwarfen. Die endgültige Bearbeitung auf Grund dieser erfolgte durch Herrn Stadtbaurath Laurent, der auch die oberste Bauleitung übernahm.

Digitized by Google

Meteorologisches Observatorium, von Westen gesehen.

Das Gebäude ist burgartig aus rothem Sandstein mit Kalkverputz aufgeführt, und besitzt einen massiven hohen Thurm von 6 mal 6 m Grundfläche. Letzterer trägt einen 6 m hohen Aufbau, auf welchem ein schmiedeeisernes Gerüst von gleichfalls ca. 6 m Höhe angebracht ist, welches dazu dient, den Motor des Windapparates zu tragen. Das Schalenkreuz befindet sich bei einer Seehöhe von 230 m noch um 80 m über dem Aachener Freilande und liegt 28 m über dem Erdboden.

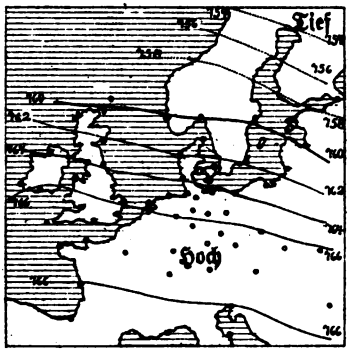
Die Längenachse des Gebäudes ist genau von Nord nach Süd gerichtet, was die Arbeiten bei manchen Beobachtungen bedeutend erleichtert. Herr Prof. Werner von der hiesigen Königl. Technischen Hochschule hat die hierzu erforderlichen Messungen und Bestimmungen in zuvorkommender Weise vorgenommen.

Das Erdgeschoß des Thurmbaues wird als Treppenhaus und

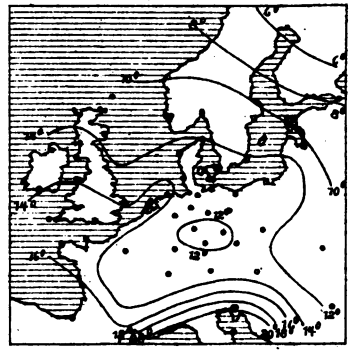
Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.

1900. Heft 11.



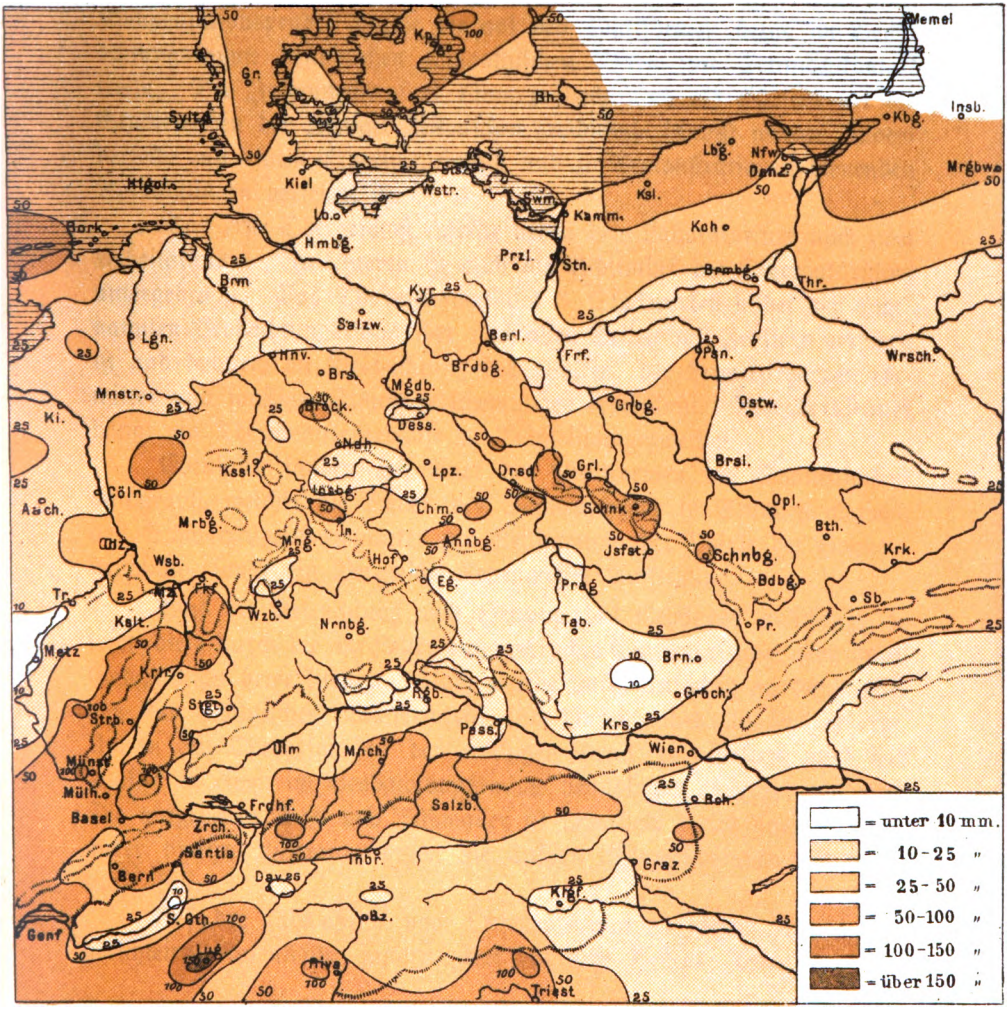
Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen. (C°.)
(8h früh.)

September 1900.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

Gang bis zum ersten Stockwerk ganz benutzt. Hier jedoch trennt sich ein Raum von 4.90 × 2.75 m ab, welcher als physikalisch-meteorologisches Laboratorium dient, unter Beibehaltung der Treppe zu den oberen Thurmgeschossen, von welchen das untere als Wohnung des Wärters, und das obere als Beobachtungsraum verwandt wird. Der große Raum im Erdgeschoß des Hauptgebäudes dient zur Aufnahme der Apparatensammlung. Um empfindliche Instrumente vollständig vor Erschütterungen schützen zu können, wurden 2 massive steinerne Pfeiler aufgemauert, sowie außerdem noch 4 Steinplatten isolirt in den Boden eingelassen, die bei gelegentlichen Beobachtungen zum Aufstellen der Stative dienen. Außer den kleineren Instrumenten erhielten daselbst die Barometer, die registrirenden Barometer, sowie der Registrirtheil des Windapparates Aufstellung.

Dort steht auch die Normaluhr des Observatoriums mit Riefler'schen Kompensationspendel, welche die auf den Plattformen bezw. im Beobachtungsraume befindlichen sympathischen Uhren mit Sekundenkontakt treibt. Der Instrumentensaal kann zugleich auch als Hörsaal für die Studierenden der Königl. Technischen Hochschule benutzt werden, indem derselbe mit einem Experimentirtisch und zu Demonstrationen dienenden Vorrichtungen versehen ist.

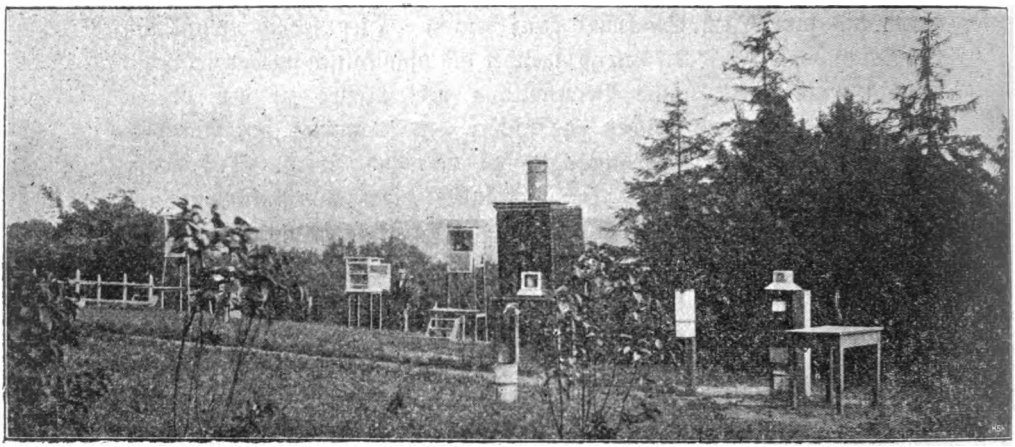
Das erste Obergeschoß enthält neben dem Laboratorium noch zwei Arbeitsräume. In letzteren ist auch die Bibliothek des Observatoriums untergebracht. Das Thurmzimmer des 3. Stockwerkes bildet den sogenannten Beobachtungsraum, der nach allen Seiten mit Fenstern versehen ist und dadurch die Beobachtung der Wolken, der heraufziehenden Gewitter und sonstiger Himmelserscheinungen ermöglicht. Am Nordfenster hängt ein Thermometergehäuse zu Vergleichungszwecken.

Ebenfalls fanden auf einer der Plattformen der Sonnenscheinautograph, welcher die Dauer des Sonnenscheins in Stunden angiebt, das Schwarzkugelthermometer zur Bestimmung der Stärke der Sonnenstrahlung, sowie ein Vergleichs-Regenmesser Aufstellung.

Was die Beleuchtung und Heizung des Gebäudes anbelangt, so wird diese durch die im Keller untergebrachte Centralheizung, jene durch Gasglühlicht bewerkstelligt. Auch wurde durch Anschluß an das Rohrnetz des Städtischen Wasserwerks für hinreichendes Wasser gesorgt. Um in den Obergeschossen den nöthigen Druck zu erhalten, wird das Wasser in einen im Beobachtungsraume befindlichen Behälter gepumpt. Die aufgehende West- und Südmauer ist innerhalb durch einen 3 Centimeter breiten Luftraum gegen die äußern Wärmeschwankungen thunlichst isolirt.

Auf der südwestlich vom Observatorium zu diesem Zwecke hergerichteten Rasenfläche fanden zwei englische Hütten Aufstellung mit

Digitized by Google



Instrumentenwiese.

Thermometern und Hygrometern, sowohl einfachen als auch selbstregistrirenden. Außerdem nehmen dort neben den gewöhnlichen Regenmessern zwei selbstregistrirende Instrumente zur Ermittelung des Niederschlags, nämlich System Hottinger und System Hellmann, ihren Platz ein, sowie in einem Sandfelde von 3 × 4 m Größe mehrere an der Erdoberfläche angebrachte und in verschiedene Tiefen eingesenkte Thermometer zur Messung der Bodentemperaturen. Ein gemauerter Pfeiler dient zur vorübergehenden Aufnahme von sonstigen zu besondern Beobachtungen dienenden Instrumenten, welche einer festen unverrückbaren Unterlage bedürfen; ebenfalls sind solche Pfeiler auf den beiden unteren Plattformen aufgemauert.

Am Eingange des Observatoriums werden die täglichen Wetterberichte, Wetterkarten, Klimatafeln, sowie andere allgemeines Interesse bietende meteorologische Aufzeichnungen und Zusammenstellungen dem Publikum zugänglich gemacht werden.

Der Bau wurde ermöglicht durch eine Stiftung des Herrn Fabrikbesitzers J. Polis, wozu die Stadt Aachen außer der Hergabe des Bauplatzes die innere Einrichtung übernahm. Die Aachener und Münchener Feuerversicherungs-Gesellschaft stellte noch die Mittel zur Beschaffung des elektrisch registrirenden Anemometers Sprung-Fueß zur Verfügung.

Das meteorologische Observatorium wurde am 22. September feierlich eingeweiht, an der sich die Spitzen der Behörden und verschiedene auswärtige Meteorologen betheiligten. Die Feier selbst bestand aus einem Festakte mit Begrüßungs- und Glückwunschreden, woran sich eine Besichtigung anschloß. Die Festrede, die in ein Hoch auf Seine

Digitized by Google

Majestät den Kaiser und König **Wilhelm II.** ausklang, hielt Referent; in derselben schilderte er die Entwickelung der meteorologischen Wissenschaft und der Aachener Station im verflossenen Jahrhundert. Das Königl. Preuß. Meteorologische Institut in Berlin hatte als Vertreter den Herrn Prof. Dr. Sprung, den Leiter des Meteorologischen Observatoriums in Potsdam, entsandt, der die Bedeutung der einwurfsfreien Lage des neuen Observatoriums hervorhob; denn einmal würden in Folge seiner weit nach Westen vorgeschobenen Lage hier die für die Witterung Deutschlands so wichtigen Cyklonen und Anticyklonen von Frankreich, Belgien, Holland und England direkt übernommen, indem sich besondere Eigenthümlichkeiten in den Registrirungen von Luftdruck, Temperatur, Wind und Regen hier zuerst bemerkbar machen, und andererseits sichern sowohl die lokale Erhebung über die Stadt, als auch der thurmartige Aufbau eine einwurfsfreie Aufzeichnung von Wind-Richtung und -Stärke für die dynamische Meteorologie. Die Glückwünsche der deutschen Seewarte brachte Herr Wirkl. Geh. Admiralitätsrath Prof. Dr. v. Neumayer dar, gedachte dabei des Wirkens des Institutes für die Praxis bei der Erschließung der Niederschlagsverhältnisse für Wasserbau und Landwirthschaft, und begrüßte den Gründer des Observatoriums, sowie die Stadt Aachen. Der Rektor der Königl. Technischen Hochschule in Aachen, Herr Prof. Dr. v. Mangoldt, betonte die Bedeutung dieser Gründung für dieses Institut, da hierdurch den Studierenden Gelegenheit geboten würde, ihr Wissen auch in diesem Fache zu vervollkommnen. Zahlreiche Glückwunschtelegramme und Schreiben von fast sämtlichen meteorologischen Instituten und Gesellschaften des In- und Auslandes bekundeten die lebhafte Antheilnahme, der Namens der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie Herr Prof. Dr. Penck (Wien) in warmen Worten Ausdruck gab.

Meteorologische Beobachtungen auf einer Reise nach Bulgarien.

Von Dr. C. Kaßner in Berlin.

(Schluß.)

Von Sofia aus unternahm ich zwei Ausflüge, die in meteorologischer Hinsicht vollkommene Gegensätze boten, der eine in die Schneeregion, der andere in tropische Gluth. Der erste hatte den Gipfel der 2300 m hohen Witoscha zum Ziele, die nur wenige Kilometer südlich von Sofia sich fast unvermittelt aus der Ebene erhebt, dadurch einen gewaltigen Eindruck macht und dem mit der Bahn ankommenden Fremdling als großartiger Hintergrund für die weiten Häusermassen der bulgarischen

Digitized by Google

Hauptstadt unvergeßlich sein wird. Wir übernachteten in dem am Abhange 1000 m hoch gelegenen malerischen Kloster Dragalevzi und sahen leider beim Erwachen um 3 Uhr früh den Himmel ganz in Wolken gehüllt. Als wir aber trotzdem um 4 Uhr den Aufstieg unternahmen, mußten wir in dichtem Nebel, der Personen auf 20 Schritte nicht mehr zu erkennen gestattete, in ca. 1800 m Höhe umkehren. Etwa in gleicher Höhe, aber am nordöstlichen Hange, sahen wir von unten aus einen großen Schneefleck, der Mitte August noch nicht verschwunden war.

Der zweite Ausflug, welcher der noch echt türkischen Stadt Philippopel (bulgarisch Plovdiv) galt, gab uns gleichfalls Gelegenheit, Schneeflecke zu sehen, die an den Gehängen des fast 3000 m hohen Mus Allah, des höchsten Theiles des Rhodopegebirges, noch lagerten. Nach sorgfältigen, wiederholten Schätzungen müssen einige dieser Schneereste Flächen von mindestens 20×60 m Größe bedeckt haben. Dann aber stieg die Bahn langsam von ihrem höchsten Punkte bei Vakarel (825 m) in die Maritzaebene hinab, wo Philippopel in 160 m Höhe liegt. Während in Sofia die sommerliche Hitze in Folge des abends von der Witoscha herabkommenden kühlen Bergwindes so gemildert wird, daß der Aufenthalt in der Stadt auch zur Zeit der stärksten Sonnenstrahlung ein sehr angenehmer ist, fehlt in Philippopel diese wunderbare Ventilation. Unbarmherzig brennt des Tags die Sonne von dem wolkenlosen Firmamente herab, und des Nachts folgt keine erquickende Ruhe, die unerträglich wird, wenn durch das offene Fenster jene Plagegeister hereindringen, deren feines Singen das Haupt des kaum im Halbschlummer liegenden Menschenkindes umtönt und letzteres bis zur Raserei erregen kann. Auch wenn man gegen Abend von dem freundlichen Biergarten auf halber Höhe des Bunardschiktepe über die Stadt hinweg in die Maritzaebene und hinüber nach der Riesenmauer der Rhodope blickt, sieht man die erhitzte Luft über dem Erdboden lagern. Die Aussicht ist deshalb nur eine beschränkte, da das Flimmern und Zittern der Luft den weiten Blick hemmt; lediglich die Häupter der Rhodope schauen klar und ernst herunter auf die erschlafften Menschenkinder.

Hatte ich Bulgarien bisher nur von seiner sonnigen Seite kennen gelernt, so sollte ich es bald auch im Trüben sehen, denn in den letzten drei Tagen meines Aufenthaltes in Sofia erlebte ich vier Gewitter, die weniger durch die Stärke ihrer elektrischen Entladungen, als durch die Heftigkeit des Regenfalls bemerkenswerth waren. Freilich darf man nicht erwarten, daß ich sagen werde, der Regen sei so dicht gefallen, als wenn z. B. einem See plötzlich der Boden entzogen werde und das Wasser in eins herabstürze, wie man es wohl nach manchen Schilderungen südlicher Regengüsse annehmen könnte. Denn in Wirklichkeit fällt der Regen, wie die Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt haben,

Digitized by Google

in den Tropen auch nicht dichter, als er bei uns schon bei Wolkenbrüchen beobachtet worden ist; was vielmehr den tropischen Regen von unserem unterscheidet, ist nicht die Dichte, d. h. die in je einer Sekunde oder Minute auf ein Quadratcentimeter gefallene Wassermenge, sondern die außerordentliche Dauer. So sind z. B. in Indien (Tscherrapundschi) an einem Tage 1036 mm gemessen worden, d. h. 44 mm in der Stunde, wobei allerdings angenommen ist, daß der Niederschlag gleichmäßig erfolgte.

Von dem ersten Gewitter am Montag, den 13. August, berichtet die in bulgarischer und deutscher Sprache erscheinende „Bulgarische Handelszeitung" auszugsweise folgende Einzelheiten: „Schon gegen 7 Uhr abends begann es zu donnern und blitzen, und um 7½ Uhr ging der erste Regen nieder, der jedoch bald wieder aufhörte. Um 10 Uhr aber begann es abermals zu regnen, und bis 3 Uhr früh goß es ununterbrochen wie aus Scheffeln. Alle Schleusen des Himmels schienen sich geöffnet zu haben, und schon nach einer Stunde waren der Wladaja- und Perlovetzbach hoch angeschwollen. Mehrere Holzbrücken wurden weggeschwemmt, Zäune fortgerissen und Bäume entwurzelt. In der Nähe der Löwenbrücke staute sich das Wasser, das sich dann durch die Gärten den Weg brach, in die Häuser drang und große Verheerungen anrichtete. Als gegen Mitternacht die Feuerwehr erschien, glich die ganze Gegend einem See. Mit wahrer Todesverachtung stürzten sich die wackeren Feuerwehrleute in die tosende Fluth, die ihnen bis an den Hals reichte, und trugen Männer, Frauen und Kinder aus den Häusern. Welche Kraft das Wasser hatte, geht daraus hervor, daß es ganze Stücke einer großen Gartenmauer bis auf die Straße schleppte. Sehr bedeutend ist der Schaden, den der Regen auf den Feldern verursacht hat, die an manchen Stellen vollständig überschwemmt sind. Leider hat das Unwetter auch ein Menschenopfer gefordert." Ich selbst ging etwa um 11 Uhr nach Hause und war froh, der Wassersfluth entrinnen zu können, hatte jedoch nicht mehr als in Berlin bei starkem Regen zu leiden, da die schönen, gut beleuchteten Straßen kanalisirt waren, und so das Wasser schnell abgeführt wurde. Am anderen Morgen freilich sah ich, welcher Gefahr ich entronnen war, denn schließlich konnten die Kanäle die Regenströme nicht mehr fassen, barsten, und nun wühlte das Wasser das Erdreich so auf, daß an einer Stelle, die ich nachts noch betreten hatte, früh ein fast metertiefes und doppelt so großes Loch entstanden war. Im Ganzen fielen 101 mm.

Am Morgen machte ich einen Ausflug nach dem höchst romantischen, außerordentlich malerischen Dorfe Wladaja. Auf dem Wege dahin konnte man überall die Spuren des nächtlichen Unwetters wahrnehmen. Keine Furche, die nicht zum Rinnsale geworden, kein sich

Digitized by Google

durch die Wiesen schlängelndes Wasserfädchen, das nicht zum Bache angewachsen war, kein Bach, der nicht zum reißenden Strome angeschwollen war! Wenn nicht die Chausseen und die Brücken so vorzüglich angelegt worden wären — denn im Brückenbau sind die Bulgaren Meister — so würde unser Weg sicherlich fortgespült sein, breiteten sich doch auf beiden Seiten weithin die Wasserflächen aus, da die Durchlässe nicht weit genug waren und von den Hängen der Witoscha jetzt erst die Abflußmengen eintrafen. In dem Dorfe Knaschewo, das wir passirten, mußten stellenweise den Bächen neue Wege gebahnt werden, da sie ihre bisherigen durch herabgeschwemmte Schlamm- und Steinmassen selbst verbaut hatten. Bei der Rückkehr auf einem Feldwege sank ich fußtief in den Schlamm. Am nächsten Tage traf die Nachricht ein, daß der Bahndamm an der Nischawa durch Regengüsse zerstört sei; dadurch war auch die Postverbindung mit Mittel- und Westeuropa aufgehoben, die Sendungen blieben aus und wurden theilweise auf weitem Umwege über Serbien, Ungarn, Rumänien befördert.

Gleichzeitig ging ein verheerender Wolkenbruch und Hagel über die Gegend von Stanimaka (südlich von Philippopel) hernieder, der die Felder und Weingärten total vernichtete; einem Weinhändler wurde das Haus zerstört und der Vorrath an gefüllten Weinfässern zerschlagen (24 000 Mk. Schaden).

Am Dienstag Abend entlud sich über Sofia ein zweites heftiges Gewitter, das wieder gewaltige Regenmengen brachte, sodaß die für den nächsten Morgen angesagte Parade abbestellt wurde, da das Paradefeld einfach grundlos war und stellenweise einem See glich.

Da die Paradeabsage noch nicht bekannt war, erhob ich mich am Mittwoch zeitiger als sonst und freute mich, daß die einzige Fahne, die ich von meinem Hotelfenster aus sehen konnte und die im Sonnenschein lustig flatterte, gerade die des deutschen Konsulats war. Doch kurz war die Freude, denn schon war ein neues Gewitter im Anzuge, und von 7 bis 9 Uhr morgens goß es in Strömen, wobei auch Hagel bis zu 10 mm Durchmesser fiel. Hier war es, wo das Volk der Regierung die Schuld an dem Regen zuschrieb*). Strahlend brach dann die Sonne hervor und trocknete rasch Straßen und Plätze, und es schien noch ein schöner Festtag zu werden. Doch wie auf Regen Sonnenschein

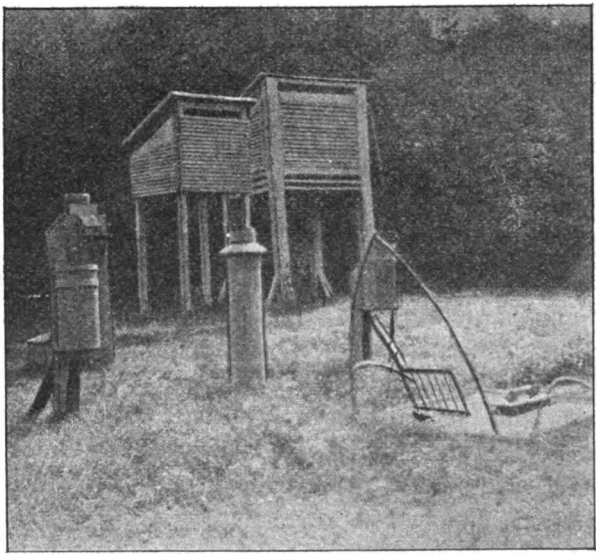
*) Außer in jener oben citirten Bibelstelle wird auch in den bulgarischen Liedern der h. Elias als Regenherr erwähnt. So heißt es in dem Liede „Die Buße der Paliwaner“:

Drauf vollendeten die Heil'gen Gottes
Unter sich der Himmelsgüter Theilung.
— — — — — — — — — — —
Aber was fiel zu dem St. Elias?
Er erhielt des Sommers Regenwolken
Und die sommerlichen Donnerwetter.

Digitized by Google

folgt, so auch auf Sonnenschein Regen: schon um 3 Uhr nachmittags setzte wieder ein heftiger Gewitterregen ein, der aber gegen Abend aufhörte und so die schöne Illumination zur vollen Geltung kommen ließ. Im Ganzen sind an den drei Tagen 163 mm Regen gefallen.

Als ich von meinem Ausfluge nach Philippopel wieder nach Sofia zurückkehrte, hatte ich die angenehme Überraschung, in dem Eisenbahnzuge Herrn Prof. Watzoff, den Direktor der meteorologischen Centralstation in Sofia und Leiter des Beobachtungsnetzes in Bulgarien, kennen zu lernen. Die Centralstation hat noch kein eigenes Gebäude, was besonders deshalb zu bedauern ist, als die gegenwärtige Aufstellung der Instrumente strengen modernen Anschauungen nicht mehr voll entspricht, sondern im wesentlichen nur Temperaturwerthe giebt, welche dem Innern der Stadt zukommen, nicht aber für die nähere oder weitere Umgebung Geltung haben. Da aber Aussicht vorhanden ist, daß die Verwaltung des Beobachtungsnetzes in nicht ferner Zeit das dringend nothwendige eigene Heim erhält, so beläßt Herr Watzoff in ganz richtiger Weise lieber die Station vorläufig an der gegenwärtigen Stelle im Vorgarten des Gymnasiums im nordöstlichen Theile der Stadt, wo sie schon seit vielen Jahren sich befindet. Ausführlich werden ihre Ergebnisse seit dem Jahre 1894 zusammen mit denen von Gabrovo und Pleven (Plewna) veröffentlicht. Einen Theil der Station sieht man auf beifolgendem Bilde: dicht am Gebüsch stehende zwei Wild'sche



Hütten, von denen die größere etwas zu massiv ist; in ihnen befinden sich Thermometer, Thermographen, Hygrographen, Verdunstungsmesser 2c. In der Mitte steht der Hellmann'sche registrirende Regenmesser und

Digitized by Google

rechts und links davon zwei Watzoff'sche Regenmesser, von denen der eine täglich nachgesehen wird, während der andere erst am Schluß des Monats entleert wird. Im Vordergrunde rechts sieht man die Erdbodenthermometer für verschiedene Tiefen. Außerdem sind auf Holzpfeilern noch Strahlungsthermometer u. s. w. aufgestellt.

Eine zweite Station, bei welcher die Thermometer gleichfalls in einer Wild'schen Hütte 3—4 m hoch untergebracht sind, ist Seitens der Universität für Hochschulzwecke 400 m südöstlich von der Centralstation in einem öffentlichen Garten dicht bei dem Denkmal der 1878 gefallenen russischen Ärzte errichtet.

Während von Serbien zwar eine dickleibige Instruktion für meteorologische Beobachtungen seit Jahren vorhanden ist — dickleibiger als von irgend einem anderen Staate — aber bis vor wenigen Tagen niemand etwas von solchen Beobachtungen erfuhr, veröffentlicht Bulgarien nicht nur die Aufzeichnungen der genannten drei Stationen Sofia, Gabrovo, Pleven schon seit Januar 1894, sondern hat etwa seit dieser Zeit auch schon zahlreiche andere Stationen II., III. und IV. Ordnung in Thätigkeit. Herr Watzoff hofft in Kürze den ersten Band bulgarischer Beobachtungen herausgeben zu können, was um so erfreulicher wäre, als von der ganzen Balkanhalbinsel außerdem nur zwei Stationen ihre Ergebnisse veröffentlichen: Athen und Salonik, wo die Station sich in dem auf bulgarische Kosten unterhaltenen Gymnasium befindet! Von Konstantinopel, wo beobachtet werden soll, erfährt man trotz verschiedener Versuche nichts.

Ausnehmen muß ich natürlich auch Dalmatien und Bosnien, wo von österreichischer Seite in ausgezeichneter Weise für die Meteorologie gesorgt wird. Hat doch auch Bosnien auf dem 2067 m hohen Gipfel der Bjelasnica, 30 km südöstlich von dem 530 m über dem Meere gelegenen Sarajewo, im Jahre 1894 ein Observatorium errichtet, dessen Beobachtungen außerordentlich werthvoll sind. Unwillkürlich muß jedem Meteorologen, der in Sofia geweilt hat, der Wunsch erwachen, daß die bulgarische Regierung zum Nutzen des eigenen Landes, wie zum Fortschritt der Wissenschaft jenem auf der Balkanhalbinsel bisher einzigen Gipfelobservatorium ein zweites noch werthvolleres auf der etwas höheren und für diesen Zweck geradezu ideal gelegenen Witoscha errichten möge. Wer da weiß, was Bulgarien für Unterrichts- und Bildungszwecke thut, wird diesen Wunsch nicht als einen unerfüllt bleibenden betrachten.

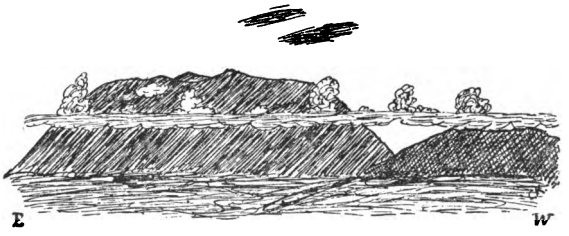
Die Stationen II. Ordnung sind unseren deutschen Stationen II. Ordnung gleich ausgerüstet; bei denen III. Ordnung ist kein Barometer vorhanden und statt des Psychrometers ein Haarhygrometer. Die Stationen IV. Ordnung, deren es mehr als 100 giebt, beobachten nur

Digitized by Google

die Niederschläge und sind überall bei den Telegraphenstationen untergebracht. Alle Stationen melden täglich telegraphisch ihre Beobachtungsergebnisse nach Sofia, außerdem schicken sie halbmonatlich die Tagebücher ein, behalten jedoch Abschriften davon zurück. Die Monatstabellen werden in Sofia berechnet.

Außerdem bestehen noch mehrere hundert anderer Stationen, die landwirthschaftliche Statistik, speciell die Berichterstattung über das Wachsthum der Feldfrüchte zur Aufgabe haben. Auf Grund aller Berichte erscheint im Sommer halbmonatlich, im Winter monatlich ein „landwirthschaftlich-meteorologisches Bulletin", das außer Niederschlagsbeobachtungen für je 10 Tage von 100 Stationen Beobachtungen an 16 Stationen über Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung und Wind, sowie einen Text enthält. Dieser Text schildert in besonderen Abschnitten Temperatur, Bewölkung, Wind, Gewitter nebst Hagel, den allgemeinen Witterungsverlauf, Stand der Feldfrüchte (Getreide, Mais, Wein, Zuckerrübe, Reis), der Wiesen und Weiden, Bienen, Vieh, Geflügel, Raps. Man sieht, daß das junge Institut mit beschränkten Mitteln eine rege Thätigkeit entfaltet.

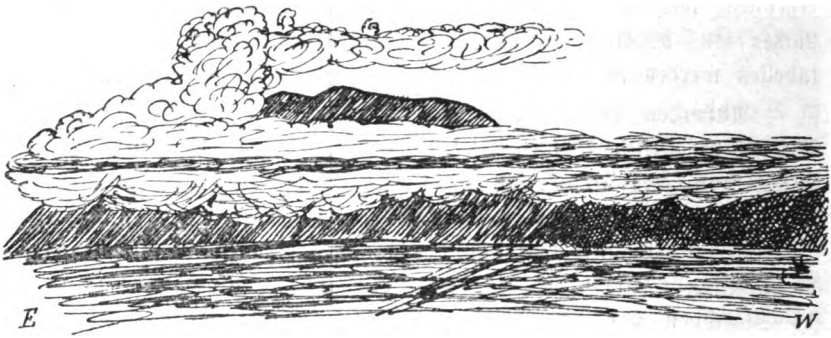
Am Donnerstag, den 16. August, verließen wir morgens das gastliche Sofia, um den Balkan zu durchqueren und nach Nordbulgarien zu gelangen. Als ich um 8 Uhr früh noch einmal zum Wagenfenster hinaussah, um einen letzten Blick auf Sofia und die gewaltige Witoscha zu werfen, wurde ich durch die eigenthümliche Wolkenformation an dem Berge so gefesselt, daß ich dieselbe sogleich skizzirte. Das Bergmassiv links ist die Witoscha, rechts ein Ausläufer des Lünlün, zwischen beiden



das Thal, in welchen die schon erwähnten Dörfer Knaschewo und Wladaja liegen. Es zeigte sich in etwa 1000 m Höhe eine dünne Schichtwolke, die kurz vor dem östlichen Abhange der Witoscha begann und sich vollkommen horizontal bis weit westlich am Lünlün entlang erstreckte, während über der Witoscha, vielleicht in 3000 m Höhe, zwei schwache cirrusähnliche Wölkchen schwebten. Das Eigenthümliche aber, was mich zum Skizziren veranlaßte, war, daß aus der Stratuswolke allenthalben kleine cumulusförmige Köpfchen sehr schnell emporstiegen, besonders aber am Osthange, während gleichzeitig die Wolke nach oben

Digitized by Google

und unten hin zusehends wuchs. Schon nach weniger als einer halben Stunde hatte sie die nachstehende Form angenommen:



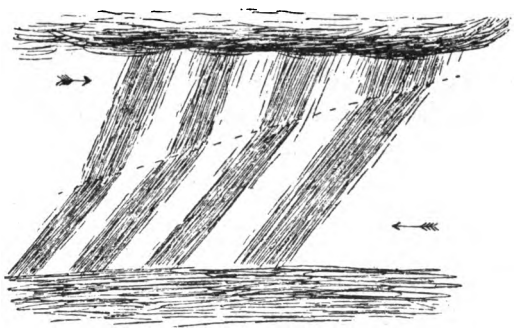
in der vor allem die dunkler gefärbte mittlere Schicht zu beachten ist, die genau die Stelle der ursprünglichen Wolke einnimmt. Die meisten Köpfe waren in der oberen Anschwellung verschwunden, während der östlichste sich so gewaltig entwickelt hatte, daß sein oberster Theil in eine schnellere Luftströmung gerieth und wie eine Rauchfahne horizontal fortgerissen wurde. Den weiteren Vorgang konnte ich leider nicht beobachten, da die Bahn nunmehr die Ebene verließ und in das hochromantische Iskerthal eindrang. Aus den Aufzeichnungen der meteorologischen Station in Sofia geht aber hervor, daß bald nach Mittag ein Gewitter (das fünfte an vier Tagen) mit ziemlich heftigem Regen ausbrach. Es bestätigt sich auch hier wieder die zuerst von dem englischen Wolkenforscher Clement Ley gemachte Wahrnehmung, daß Stratuswolken mit kleinen rasch emporquellenden Köpfen Vorboten von Gewittern zu sein pflegen; besonders gilt das allerdings für hochschwebende und reihenweis mit solchen Köpfchen besetzte strichförmige Wolken, die er wegen ihres entzückenden Aussehens „seine Lieblinge" genannt hat.

Im Iskerthal sah man das Getreide und Heu der recht steil ansteigenden Äcker und Wiesen auf den Bäumen liegen, damit es von den Regengüssen nicht fortgeschwemmt wird. Bei dem Dorfe Opletnja wurde mir ein trockener Wasserfall gezeigt; man erkannte deutlich eine Wasserrinne auf einem überhangenden Fels, aber das Wasser fehlte, denn der Wasserfall tritt nur bei Regenwetter in Thätigkeit. Je weiter abwärts wir fuhren, um so wilder tobte der Isker, und bei dem Austritt aus dem Balkan bei Mesdra hatten wir den Scheitel des Hochwassers erreicht, welches die Regengüsse der letzten Tage verursacht hatten. Langsam fuhren wir über die vielen Bahnbrücken, die der Fluß arg bestürmte; ja bei der Station Brusen gelang es der Bahnverwaltung nur mit Mühe, die Brücke zu beschützen. Wir fuhren dann an dem berühmten Plewna vorbei und wollten es bei dem trüben

Digitized by Google

Wetter kaum glauben, daß der in einer weiten Mulde liegende Ort einer der heißesten Nordbulgariens sei.

Je weiter wir nach Osten kamen, um so finsterer ballten sich die Wolken und bald passirten wir mehrere Gewitter mit prasselndem Regen, die in ganz Nordbulgarien fürchterlich hausten. In Sistow an der Donau standen die Straßen mehrfach unter Wasser und der Sturm deckte ein Wellblechdach eines Mehldepots ab, sodaß der Regen den Mehlvorrath vernichten konnte. Bei der Station Levski um 7 Uhr abends, wo eine Pause im Regen eintrat, sah ich aus einer Wolke vier Regenstreifen herabhängen, bei denen es besonders auffällig war, daß



sie alle einen scharfen Knick zeigten, und zwar so, daß die Knickstellen in einer geraden Linie lagen, die in der Zugrichtung der Wolke (siehe Pfeil), also nach vorn hin, aufstieg. Offenbar war hier, wie man das bei Gewittern häufig wahrnimmt, der Unterwind der Fortpflanzungsrichtung des Gewitters entgegengesetzt, was auch durch die 9 Uhr abends aus Plewna gemeldete westliche Windrichtung eine Bestätigung erfährt. Je weiter der Wind in die Regenmasse eindrang, um so mehr wurde er geschwächt und um so weniger, d. h. um so später und um so näher der Erde, wurden die Regentropfen von ihrer Fallbahn abgelenkt.

Auch am nächsten Tage, den ich in Tirnowo zubrachte, regnete es noch etwas, doch am Sonnabend, der uns bis Varna bringen sollte, leuchtete wieder hell die Sonne. Meilenweit vor Varna begannen die Spuren der Unwetter in den letzten Tagen sich in solcher Ausdehnung und Mächtigkeit zu zeigen, daß wir es wohl begreifen konnten, warum man uns bei der Abfahrt nicht zu sagen im Stande war, ob wir bis Varna gelangen würden. Bei Gebedje (12 km vor Varna) hatten sich zwei kaum 5 km lange Bäche in wüthende Ströme verwandelt und mächtige Schlammmassen von schlüpfrigem Thon, sowie Baumstämme bis zu 40 cm Stärke auf die Bahn geschwemmt. Weiterhin, wo aus dem Devnasee viel Rohr (Mauerrohr, Phragmites) durch Zigeuner gewonnen wird, lagen Berge davon unmittelbar neben den Schienen,

Digitized by Google

von denen es eben erst weggeräumt wurde, und drohend hingen weite Flächen Felsschutt an den Hängen, um bei der geringsten Erschütterung auf den Bahndamm herabzustürzen. Noch war das Schwarze Meer so aufgewühlt und erregt von den Stürmen der letzten Tage, daß man 5 km vor Varna schon die Brandung an dem cyklopischen Wellenbrecher des Hafens hochaufspritzen sah.

Obwohl sich die Schattentemperatur der Luft hier in Varna nur zwischen 15 und 30° bewegte und ausnahmslos ein angenehmer Seewind wehte, wirkte das Klima doch recht erschlaffend. Der Grund ist einerseits in der schon erwähnten hohen Strahlungsintensität zu suchen, die es bewirkt, daß man ängstlich jede schattige Stelle aufsucht; doch giebt es deren bei dem wegen der südlichen Lage hohen Sonnenstande und den meist nur einstöckigen Häusern nicht allzuviele und nicht sehr ausgedehnte. Ferner wird in Folge dessen die Rückstrahlung von Mauern und Straßenpflaster eine sehr bemerkbare, und dagegen giebt es wenig Rettung. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist ein geringer, daher die Verdunstung auf der Haut groß, und die Folge ist ein ewiges Durstgefühl*), das auch arge Wasserfeinde zum Vertilgen unglaublicher Mengen des schnöden Elementes bringt; so trank ich, der ich sonst bei Getränken etwas wasserscheu bin, zum Mittage mit Leichtigkeit eine große Karaffe Wasser.

Noch eine zweite Beobachtung wies auf den geringen Feuchtigkeitsgehalt der Luft hin. Obwohl der Wind während meines zehntägigen Aufenthaltes stets von dem wundervoll glasgrünen Schwarzen Meere kam, wurde er doch nur unmittelbar am Strande angenehm empfunden, in Varna selbst machte er oft einen erstickend heißen Eindruck. Die Stadt liegt nämlich auf 10 bis 20 m hohen Ufer, vor dem sich ein schmaler, sandiger, steinfreier Strand hinzieht. Unten am Meere war man noch dem frischen Seewind ausgesetzt, der sich jedoch an dem steil abfallenden Ufer stauen mußte und daher in größerer Höhe über Varna hinwegging; da gleichzeitig von dem intensiv bestrahlten Lande erhitzte Luft aufstieg, wurde der Seewind rasch erwärmt und auch aus diesem Grunde über die Stadt hinweggetragen. Durch die Erwärmung erhöhte sich die Möglichkeit zur Feuchtigkeitsaufnahme oder erniedrigte sich mit anderen Worten der relative Feuchtigkeitsgehalt, und dem zu Folge lösten sich die vom Meere her nahenden, so oft erwünschten Wolken über dem Ufergelände wieder auf.

In Varna besuchte ich die meteorologische Station II. Ordnung, die im Knabengymnasium untergebracht ist. Im Garten steht eine französische Hütte mit den nöthigen Thermometern, sowie der Regen-

*) Vergl. W. Ule, das Durstgefühl als klimatische Konstante. Das Wetter 6, 101—108, 1889.

Digitized by Google

messer, während im Gebäude selbst ein Barograph von Richard Frères und auf dem Gymnasium eine Windfahne aufgestellt sind.

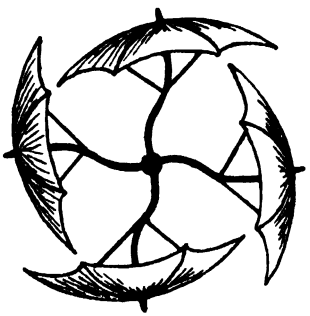
Am Dienstag, den 28. August, wandten wir dem herrlichen Schwarzen Meere den Rücken und fuhren an die blonde Donau nach Rustschuk. Schon in Varna hatten wir von der furchtbaren Hagelkatastrophe gehört, welche Rustschuk am 15. August betroffen hatte, unter der aber auch das benachbarte südöstliche Rumänien zu leiden hatte. Die früher erwähnte bulgarische Handelszeitung schreibt: „Am 15. August, nachmittags 3 Uhr, begann es wolkenbruchartig zu regnen, und zehn Minuten darauf folgte ein fürchterlicher Hagel. Fünfzig Minuten später war alles vernichtet, was den Hagelkörnern erreichbar gewesen. Die Weingärten in Rustschuk, welche zu den schönsten Hoffnungen berechtigten, gleichen einer Wüste. In der durch den starken Regenguß angeschwollenen Fluth fanden 14 Menschen den Tod. Ein sechsjähriges Kind wurde durch den Hagel zu Boden geschlagen und starb nach einigen Minuten; die Mutter beugte sich zum Schutze darüber und wurde blutig geschlagen. Der Schaden wird durch Vernichtung der Weingärten allein auf 1 000 000 Frs., jener durch Verwüstung der Maisfelder und Gärten auf 100 000 Frs. geschätzt. Außerdem wurden 45—50 000 Fensterscheiben eingeschlagen. Es wurden ferner 4 Häuser niedergerissen, 6 demolirt, 18 vielfach beschädigt und die Minarets (Thürme) zweier Moscheen zerstört. Die Hagelkörner hatten die Größe bis zu Hühnereiern und wogen vielfach mehr als 30 gr. Zwei Tage später wurde in einem Weingarten der Leichnam eines Mannes samt seinem Pferde, das er im Momente des Ertrinkens geritten hatte, im Schlamme aufgefunden". Als ich zwei Wochen später dorthin kam, standen die Bäume in dem am meisten betroffenen östlichen und südlichen Theile ganz kahl da, als sei es Winter; nicht ein Blatt war zu sehen. Tiefe Regenrinnen durchzogen das Gelände, und zahlreiche, zum Theil glatt durchgeschlagene Fensterscheiben zeugten von dem Unwetter. Die Weinpreise stiegen um mehr als 100 % und die Preise für Fensterglas um 60 %.

Ganz Nordbulgarien ist an jenem Tage von schweren Gewittern und Regengüssen heimgesucht worden. Bei Plewna wurden in einem Dorf 30, in einem anderen gar 35 Häuser weggeschwemmt. Der an der Ernte angerichtete Schaden ist ungeheuer, und das ist um so bedauerlicher, als schon die letzten Jahre Mißernten gebracht hatten; fast ausschließlich durch das schlimme Wetter ist die Ernte beim Sommerweizen um 30 % zu gering ausgefallen. Ein bulgarisches Sprichwort sagt zwar: „Hagel bringt keinen Hunger", weil er nur strichweise auftritt, aber wehe dem, den der Hagel gerade trifft.

Auf der Fahrt durch Nordbulgarien war es mir schon aufgefallen,

Digitized by Google

daß die Windmühlen statt wie bei uns vier Flügel dort deren sechs, ja sogar acht haben — offenbar um möglichst viel Windkraft nutzbar zu machen. In Rustschuk sollte ich aber noch eine andere Verwendung des Windes kennen lernen — zur Reklame für einen Schirmladen; es waren nämlich vier Sonnenschirme (aus Blech) so an einer senkrechten Achse befestigt, daß sie um diese sich je nach der Windstärke schneller oder langsamer drehten.



Doch bald, nur zu bald nahte die Trennungsstunde; schweren Herzens bestiegen wir den Dampfer, der uns nach mehrwöchigem Aufenthalte in Bulgarien nach Rumänien bringen sollte, zunächst nach Bukarest. Wie in Sofia wurde ich auch hier in Bukarest durch die Fachgenossen, besonders durch Herrn Calludi, als der erste deutsche Meteorologe, der diese Gegenden besuchte, sehr liebenswürdig empfangen.

Das rumänische meteorologische Institut besteht seit dem Jahre 1884 unter dem Direktorate des Herrn Hepites, und hat gegenwärtig 1 Station I. Ordnung, 49 Stationen II. Ordnung, 1 Station III. Ordnung und 334 Regenstationen. Die Thermometer sind in Wild'schen Hütten untergebracht, die Regenmesser ähneln im Princip den Hellmann'schen Instrumenten. Die Beobachtungen werden in Tagebücher eingetragen und diese allmonatlich mit einer textlichen Witterungsübersicht dem Institute zur Berechnung eingesandt; die Stationen II. Ordnung schicken außerdem täglich eine Wetterdepesche. Außerdem erhält das Institut wöchentlich oder in anderen Zeiträumen Berichte über den Wasserstand der Donau, über die Schneedecke, über phänologische Beobachtungen, Erdbeben, Gewitter u. s. w.

Das meteorologische Institut liegt am Südrande der Stadt dicht bei dem Südbahnhofe Filaret auf einer Anhöhe, sodaß man schon vom Garten aus einen großen Theil von Bukarest übersehen kann; vom Thurme des Hauptgebäudes aber schweift der Blick ungehindert nach allen Seiten. Vom Eingang des Terrains aus links steht der magnetische Pavillon, dessen Tage auch gezählt sein dürften wie in anderen Ländern, denn in nur 400 m Entfernung fährt die Eisenbahn vorüber; außerdem ist eine Maschinenfabrik nicht weit entfernt, sodaß feinere magnetische Messungen wohl bald Störungen erleiden werden. Gerade aus vom Eingang kommt man zu dem Gebäude, welches das Bureau, die klimatologische Abtheilung und die Maß- und Gewichts-Abtheilung enthält. Rechts steht das Hauptgebäude, ein ehemaliges Bojarenschloß, in welchem der Direktor wohnt, und in dessen Keller sich die Prüfungs-

Digitized by Google

räume für Barometer und Thermometer u. s. w. befinden. Der frühere Weinkeller ist jetzt das Barometerzimmer; da, wo früher der Leben weckende, fröhlich machende Wein im Glase blinkte, da blitzt jetzt im Glase das giftige, tödtende und doch der Wissenschaft Leben spendende Quecksilber. Weiterhin führt der Weg zum Meridiansaal für Zeitbestimmungen und dann zum Beobachtungsfeld, wo in fast beängstigender Fülle Instrumente der mannichfaltigsten Art Aufstellung gefunden haben, so eine Reihe von Thermometerhütten, Regenmessern, Verdunstungsmessern, Aktinometern u. s. w.*)

Am nächsten Morgen trat ich die Heimreise an, die mich über Kronstadt, Großwardein, Budapest, Ratibor und Breslau wieder nach Berlin führte, voll der schönsten Reiseerinnerungen und der Sehnsucht nach dem bezaubernden Orient.

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im September 1900.

Im September herrschte über dem größeren, binnenländischen Theile Mitteleuropas vorwiegend anticyklonales, warmes und trockenes Wetter. Die Küstengebiete wurden dagegen häufiger von Depressionen berührt, die Nordeuropa durchzogen; sie hatten Trübung, Niederschläge und mäßig hohe Temperaturen und wurden besonders am Anfang und Schluß des Monats von stürmischen Winden betroffen. In der ersten Monatshälfte war bei nördlichen und nordwestlichen Winden kühles Wetter vorherrschend. Die Temperaturschwankungen waren während dieser Zeit ungewöhnlich klein. Mit dem 17. September erhob sich die Temperatur allgemein über den normalen Werth, besonders im Binnenlande, als die Winde bei hohem Druck sich nach Süden und Südwesten gedreht hatten. Die höchsten Wärmegrade wurden meist am 24. gemessen, dann trat mit Gewittererscheinungen eine allgemeine, ziemlich empfindliche Abkühlung ein, die aber nur von kurzer Dauer war. Neue Erwärmung folgte, als eine Reihe von Depressionen, die sich über Nord- und Ostsee fortbewegten, einen kräftigen südwestlichen Luftstrom herbeizogen, mit welchem besonders im Norden veränderliches, vielfach regnerisches Wetter verbunden war.

Die Luftdruckvertheilung zeigt gegen die normale einen erheblichen Drucküberschuß über den centralen Theilen Europas (3 bis 4 mm) und ein Deficit über Nordeuropa (5 bis 6 mm am Weißen Meer). Während der kontinentale Theil unseres Gebietes dem Kerngebiet des Hochdruckrückens angehört, liegt die Küste schon auf dem nördlichen Gehänge des Rückens. In dieser Luftdruckvertheilung kommt der allgemeine Witterungscharakter des Monats gut zum Ausdruck.

Die Temperaturabweichung ist in der Mitte des Hochdruckgebiets und besonders auf den Gebirgen am stärksten positiv. Von dort nimmt sie nach Norden allmählich ab, so daß sie etwa an der Küste verschwindet. Der Temperaturüberschuß des Monatsmittels betrug im Süden auf den Hochstationen mehr als 2°, in den tiefern Lagen 1° bis 2°. In Norddeutschland nur noch $^1/_2$°. Ein Temperaturdeficit hatte der äußerste Nordosten Preußens, ebenso das europäische Rußland und Skandinavien.

*) Genaueres in: Hepites, Organisation du Service météorologique de Roumanie. Bucarest 1899.

Digitized by Google

Die höchsten Temperaturen überstiegen am 18. oder 24. September an den meisten Orten noch 25°. Die größte Wärme hatte Metz mit 28.9°, in Norddeutschland Münster i. W. 27.0°. Temperaturen unter 0° sind an höher gelegenen Orten ganz vereinzelt vorgekommen. Aber auch im Nordosten ging die Temperatur stellenweise schon auf 0° herab. — Auffallend war die Periode sehr warmer, angenehmer Witterung im Alpengebiet und auf den süddeutschen Gebirgen in der zweiten Monatshälfte. Auf dem Wendelstein (1727 m) sank die Temperatur während dieser Zeit nur einmal unter 5° (am 27.), während gleichzeitig unten die tiefsten Monatstemperaturen abgelesen wurden. Es herrschte häufig Temperaturumkehr. Die Höhen hatten wolkenloses, sehr trockenes Wetter, während in der Ebene sich nachts bei starker Abkühlung eine Nebeldecke ausbreitete, eine charakteristische Erscheinung bei anticyklonaler Wetterlage im Herbst und Winter.

Die Wärme der letzten Monatshälfte war im Osten und Süden des Gebiets im Vergleich zur ersten Hälfte so groß, daß die normale herbstliche Temperaturabnahme nicht nur unterdrückt, sondern in eine Zunahme verkehrt wurde. Dies ungewöhnliche Verhalten erläutert folgende Tabelle, die die Mitteltemperaturen (C.°) für die Pentaden giebt:

Station	Seehöhe	3.—7.	8.—12.	13.—17.	18.—22.	23.—27.	28. IX.—2. X.
Meersburg (Bodensee)	440 m	14.1	15.1	15.3	17.0	17.2	
Höchenschwand	1005 m	11.3	11.5	13.9	14.7	14.5	
Posen	66 m	12.6	11.7	14.6	15.0	15.3	16.0
Breslau	147 m	13.2	12.0	15.1	16.6	16.4	18.5
Ratibor	201 m	12.7	12.7	14.1	15.0	15.2	18.4
Görlitz	213 m	12.6	12.8	14.6	14.8	16.0	16.2
Schneekoppe	1603 m	1.8	3.6	9.4	8.8	8.2	9.7
Buchen (Baden)	345 m	11.5	13.0	13.3	13.3	13.0	
Kassel	204 m	13.0	13.4	14.0	13.3	13.3	14.8

Die beiden letzten Stationen zeigen den auffallend gleichförmigen Temperaturverlauf im westlichen Theil Mitteldeutschlands.

Die Niederschläge haben außer im ganzen Nordosten nur vereinzelt die normalen Mengen überschritten. Im Allgemeinen herrschte große Trockenheit, besonders auf einem Streifen zwischen Mecklenburg und West-Lothringen. Hier fielen nur $^1/_2$ bis $^1/_6$ der normalen Mengen, und die Zahl der Niederschlagstage ging nur stellenweise über 5 hinaus. In Süddeutschland brachten Gewitterregen am 18. und 24. oder 25. einzelnen Orten größere Mengen.

Die durchschnittliche Bewölkung betrug außer an der Küste, wo sie größer war, etwa $^5/_{10}$ des Himmels. Sie entsprach ebenso wie die Sonnenscheindauer annähernd der normalen. Dr. W. Meinardus.

Winterbilder vom Brocken.

Auszug aus einem Vortrage, gehalten auf der Wanderversammlung des Thüringisch-Sächsischen Vereins für Erdkunde auf dem Brocken am 17. September 1899 von Dr. H. Stade in Berlin.

Von den eigenartig schönen und imposanten Schnee- und Eisgebilden, mit welchen der Brocken im Winter sein kahles Haupt zu bedecken pflegt, hat schon in den Jahren 1883 bis 85 Richard Aßmann erschöpfende und anschauliche Beschreibungen gegeben und gleichzeitig den Nachweis geführt, wie nothwendig

Digitized by Google

die besonderen meteorologischen Verhältnisse des Brockengipfels, für welche die Majestät und Pracht seines unvergleichlich schönen Winterkleides ein so beredtes Zeugnis ablegen, durch die geographische Lage und die orographische Beschaffenheit des Harzgebirges und insbesondere seiner höchsten Erhebung bedingt sind.

Dicht am nordwestlichen Ende des die norddeutsche Tiefebene im Süden begrenzenden Gebirges belegen, befindet sich der Brocken noch ganz im Wirkungsbereich der Wind und Wetter in weitem Umkreise beeinflussenden oceanischen Depressionen, deren Herrschaft z. B. Thüringerwald und Riesengebirge schon mehr entrückt sind, und als eruptiver Gebirgsstock ragt das Brockenmassiv und insbesondere sein Kern, der Brocken im engeren Sinne, wie eine vereinzelte Felsinsel über seine ganze Umgebung weit empor und ist vor allem auf denjenigen Seiten, wo ihn verhältnismäßig nur unbedeutende Höhen von weitausgedehntem, tiefliegenden Flach- oder Hügelland trennen, nämlich besonders vom nördlichen und westlichen Quadranten der Windrose her, allen Winden durchaus frei ausgesetzt; es treffen ihn also ganz unvermittelt die wasserdampfreichen oceanischen Luftströmungen, welche im Gefolge der vom Ocean her das nördliche Europa durchwandernden barometrischen Depressionen das nord- und mitteldeutsche Binnenland überwehen, und zu schnellem Aufsteigen gezwungen, verdichten dieselben an seinen Hängen den mitgeführten Wasserdampf. Dieser Umstand erklärt es, warum so oft bei sonst heiterem, manchmal sogar wolkenlosem Himmel der Brockengipfel in einer dichten Wolke steckt; und bedenken wir ferner, daß das Gewölk, welches bei trübem, besonders bei Regen- oder Schneewetter den Himmel verhüllt, in der Regel unter die Seehöhe des Brockens hinabreicht, und daß gerade bei derartigen Witterungslagen seine Neigung, den Wasserdampf an seinen Hängen zu Wolken zu verdichten, eine besonders große ist, so wird uns die große Zahl von Tagen, an denen sein Gipfel umwölkt ist, nämlich 286 im Jahr, nicht in Erstaunen setzen. Die Nebelhäufigkeit ist naturgemäß am größten im Winter, weil dann der niedrigeren mittleren Temperatur und größeren relativen Feuchtigkeit zufolge der Thaupunkt leichter erreicht werden, also Wolkenbildung leichter eintreten kann.

Auch im Winter, und selbst bei den strengsten Frosttemperaturen, sind, wie Aßmann 1884 zuerst nachgewiesen hat, die den Brocken verhüllenden Wolken fast regelmäßig aus Wassertröpfchen zusammengesetzt; bekanntlich kann Wasser in ruhigem Zustande, so auch z. B. in Form frei in der Atmosphäre schwebender, also im Verhältnis zur umgebenden Luft unbewegter Tröpfchen noch bei sehr niedrigen Frosttemperaturen flüssig gehalten werden; sobald dieselben jedoch aus diesem Zustande relativer Ruhe dadurch gebracht werden, daß sie auf irgend einen festen Gegenstand, also auf die Erdoberfläche, auf einen Grashalm, einen Fichtenzweig, einen Blitzableiter oder einen Telegraphendraht aufprallen, erstarren sie im Augenblick zu einem Eisklümpchen; dieser Vorgang, die nothwendige Folge also des zeitlichen Zusammentreffens von Frost und Umwölkung, ist in der Regel im Herbst der erste Vorbote des nahenden Winters, in den Wintermonaten aber eine fast tägliche Erscheinung und in dem letzten Frühlingsmonat (Mai) manchmal ein Kennzeichen von Kälterückfällen. Wie Aßmann gleichzeitig durch mikroskopische Untersuchungen erwiesen hat, ist das Erstarrungsprodukt, welches unter dem Namen Rauhreif im Harz, als Anraum im Riesengebirge bekannt ist, nicht in der Form krystallinischer Eisnadeln, wie vielfach noch jetzt fälschlich angenommen wird, sondern besteht vielmehr aus einem Aggregat von kugelförmigen Eisklümpchen, welche, in der Richtung des herrschenden Windes sich perlschnurartig aneinanderreihend, allmählich nadelähnliche Zacken oder federähnliche Eisrippen

Digitized by Google

bilden. Das Wachsthum dieser Rauhreifgebilde erfolgt naturgemäß stets dem an der betreffenden Stelle herrschenden Winde entgegen und wo von dieser Regel scheinbar eine Ausnahme stattfindet, da handelt es sich immer um eine örtliche Ablenkung des herrschenden Windes, wie sie ja z. B. durch die bereits entstandenen Rauhreifgebilde selbst verursacht werden kann: Luftwirbel, welche auf der Rückseite irgend eines festen Gegenstand entstehen, führen zum Niederschlag von Eiskügelchen auch an der Rückseite des betreffenden Körpers und so werden durch die Richtung der Rauhreifzacken und -Nadeln, welche an der Rückseite von Ästen, Blitzableitern, Rauhreifzacken, sowie hinter vorspringenden Ecken und Kanten oft wunderbar gekrümmte Formen annehmen, Ablenkung des Windes und Windwirbel in feinster Weise registrirt. Natürlich sind diese Bildungen immer von verhältnismäßig geringer Mächtigkeit gegenüber den auf der Luvseite dem Winde entgegen wachsenden; denn die Mächtigkeit derselben ist eben eine Funktion der Windgeschwindigkeit: je mehr nebelerfüllte Luft, je mehr Wassertröpfchen also bei Frostwetter einem festen Gegenstande zugetrieben werden, um so größer wird die Zahl der darauf niedergeschlagenen Eiskügelchen, um so größer also die Mächtigkeit des Rauhreifs. Eine zweite Abhängigkeit besteht von der nach Aßmanns Untersuchungen sehr veränderlichen Größe der Wassertröpfchen: große Tröpfchen, welche sich in der Regel schon rein äußerlich durch besondere Dichte und Undurchsichtigkeit der Wolke kennzeichnen (sie erreichen bis zu 0,035 mm im Durchmesser), bilden mächtigere, wie auch gröber gefügte Zacken von beträchtlicher, der Beschaffenheit massiven Eises häufig nahekommender Aggregathärte: aus feinen Tröpfchen dagegen, welche, mit Durchmessern bis zu 0,006 mm hinunter, für starken Frost, insbesondere kalte und feuchte Ostwinde charakteristisch zu sein scheinen, entstehen dünne, zarte, manchmal geradezu schneeartige Gebilde von so lockerem Gefüge, daß man sie mit dem Finger bequem abstreifen kann. Wie groß die Abhängigkeit der Rauhreifmächtigkeit von der Windgeschwindigkeit auf der einen und der Größe der Nebeltröpfchen auf der anderen Seite ist, ergiebt die von mir oft gemachte Wahrnehmung, daß einerseits aus kleinen Tröpfchen selbst bei starken Stürmen und andererseits bei anhaltend dichter Umwölkung und erheblicher Größe der Wolkenelemente, aber geringer Windstärke manchmal den ganzen Tag über nur wenige Centimeter, bei Windstille oft kaum wahrnehmbare Spuren Rauhreif gebildet werden, während aus dichten Wolkenmassen bei starken Weststürmen innerhalb zehn Stunden sich gelegentlich Eismassen von $^1/_2$ Meter Dicke niedergeschlagen haben.

Ich habe in jedem Winter regelmäßig dreimal täglich die Mächtigkeit des neugebildeten Rauhreifes an metallenen Gegenständen (Blitzableitern oder Windfahnen) bestimmt, welche ich nach jeder Messung wieder vom Niederschlag befreite; unter der Annahme, daß das weitere Wachsthum über den alten Bildungen in derselben Mächtigkeit stattgefunden hätte wie die jedesmalige Neubildung, und durch Thauwetter nicht unterbrochen worden wäre, würden z. B. die Messungen aus dem Winter 1896 bis 97 eine Gesamtmächtigkeit von rund 19 Metern ergeben. Nun trifft ja allerdings die erstere Voraussetzung nicht zu; auch ist es unmöglich, selbst auf beschränktem Raume, die Fläche zu berechnen, auf welcher Kondensation erfolgt; doch beweisen die oben angeführten Zahlen, wie richtig Aßmann bereits im Jahre 1883 die meteorologischen Verhältnisse des Brockengipfels beurtheilte, wenn er erklärte, daß für die Bestimmung der Gesamtmenge des dem Brocken zukommenden Niederschlages die Messung der Menge des als Rauhreif niedergeschlagenen atmosphärischen Wasserdampfes sehr wichtig erscheint. Ebenso richtig fügt er hinzu, daß zur Vergleichung mit den Niederschlagsmengen anderer Stationen sich diese Werthe (deren Ermittlung, wie gesagt, unmöglich

Digitized by Google

erscheint) sich nicht eignen würden, weil dieselben immer eine streng örtliche Erscheinung darstellen. „Wäre z. B.“, fährt er wörtlich fort, „die Brockenkuppe gänzlich kahl, ohne Bäume und Felsen, eine gleichmäßige Fläche, so würde sich sicherlich gar kein Rauhreif zeigen, da die Kondensationskörper für denselben fehlen würden.“ Diese Annahme geht nun allerdings zu weit, denn auch auf ebenem Felsboden und auf der Schneeoberfläche schlägt sich Rauhreif nieder; immerhin aber würde, wenn keine Häuser, Felsen, Bäume vorhanden wären, seine Gesamtmenge erheblich geringer sein, da dieselbe eben von der Zahl und Fläche der dem Winde ausgesetzten Gegenstände abhängig ist.

Wer den Brocken niemals in seinem herrlichen Winterkleide gesehen hat, vermag sich nicht den seltsam-phantastischen Eindruck auszumalen, den dann alle Gegenstände im Freien mit ihrem Eisbehang machen, welcher, eine Eigenthümlichkeit der in die Region der Nebelwolken hineinragenden Berge, in dieser Form wenigstens eine im Tieflande sowie nach meinen Erfahrungen auch in Polargegenden unbekannte Erscheinung ist. Die Blitzableiter werden zu breiten Eisfahnen, Holzgatter zu massiven Eismauern, die Telegraphenstangen zu meterdicken Eissäulen, die Drähte zu armdicken Eisguirlanden, welche sich vermöge der Dehnbarkeit des Metalls bis zur Erdoberfläche herniedersenken, gelegentlich auch unter der gewaltigen Eislast zerreißen. Am abenteuerlichsten aber ist das Aussehen, welches der Rauhreif den Brockenfichten allmählich verleiht, weil diese unter der Last derselben beständig Form und Haltung verändern und für den Ansatz neuer Eiszacken immer neue Angriffsflächen darbieten; zunächst die grünen Fichtennadeln in glitzernde Eisnadeln verwandelnd, verbindet er die Zweige und Äste zu breiten Fächern, welche sich unter der Last des Eises, sowie des auf der geschlossenen Eisfläche abgelagerten Schnees allmählich senken; schlägt man im Winter Schnee und Rauhreif von einem unter ihrer Last gebeugten Baum ab, so läßt er stolz seine Zweige emporrauschen. Aber die lange Dauer der schweren Last, welche die Brockenfichte in der kalten Jahreszeit zu tragen hat, verleiht derselben auch im Sommer ein verändertes Aussehen: mit ihren herabhängenden Zweigen und Ästen, ihrer abwärts gebeugten Spitze macht sie einen melancholischen Eindruck. (Fortsetzung folgt.)

Funkenblitz.

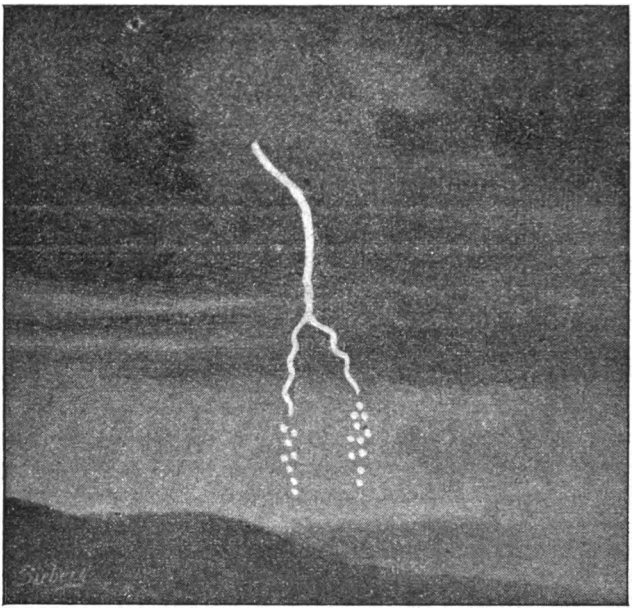
Von A. Sieberg in Aachen.

In der untenstehenden Abbildung ist eine Blitzerscheinung wiedergegeben, die ich während eines heftigen Gewitters beobachtete, das sich am 19. August 1898 über der Stadt Aachen entlud. Dieselbe dürfte wohl zu den Kugelblitzen, und zwar zur Gattung der Funkenblitze zu zählen sein: Sauter*) beschreibt dieselben nämlich folgendermaßen: „ . . . Bei diesen Erscheinungen zeigt sich entweder der ganze Lichtstrahl in eine Reihe glänzender Funken resp. kleiner Kugeln aufgelöst, oder ein Zickzackblitz zerfasert sich am Ende in sprühende Funken. Diese Blitze scheinen nach Planté eine Art Übergangsstadium von der gewöhnlichen, geschlängelten oder geradlinigen Form in die der Kugelblitze zu sein, indem er annimmt, daß, wenn die Blitzkörner ein gewisses Volumen erreicht haben, daraus die Kugelblitze entstehen würden“. Die Abbildung fertigte ich nach einer von mir sofort entworfenen Skizze an. Hier seien in Kürze meine

*) Sauter: „Ueber Kugelblitze“. II. Theil, § 23, S. 31. Beilage zum Programm des Königl. Realgymnasiums und der Königl. Realanstalt in Ulm zum Schlusse des Schuljahres 1891—92. Ulm 1892.

Digitized by Google

durch das Gewittertagebuch der meteorologischen Station Aachen vervollständigten Aufzeichnungen mitgetheilt.



An jenem Tage zog ein heftiges Gewitter von Westen nach Osten über unserer Stadt her, welches von 6^{52}—8^{30} p (mitteleuropäische Zeit, gegen Ortszeit um 36 Minuten vorauf) dauerte. Kurz vor Beginn desselben wurde es in Folge der starken Bewölkung fast völlig dunkel bei heftigen Windböen (N—NW 5—7). Helle Flächen- und Zickzackblitze, begleitet von starkem Donner, erleuchteten in ununterbrochener Folge den Himmel; dabei regnete es fortwährend heftig. Um 7^{40} p erschien im Osten der Station ein intensiv gelber Zickzackblitz, der vom Himmel zur Erde zu fahren schien, sich gabelte und an seinen beiden untern Enden in kleine Funken auflöste, die, ähnlich wie bei einer Rackete, langsam herabsanken und nach dem Verlöschen des eigentlichen Blitzes noch sichtbar blieben. Die ganze Erscheinung dauerte einige Sekunden. Ob dieser Blitz von Donner begleitet war, ist mir nicht mehr erinnerlich; Blitzschäden sind dabei nicht zu meiner Kenntnis gelangt.

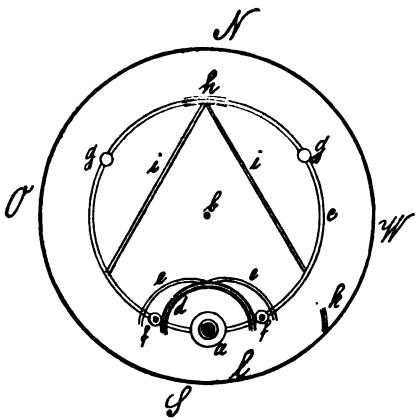
Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

Sonnenringe. Beim Durchlesen des zehnten Heftes des „Wetter" interessirte mich ganz besonders der Bericht des Herrn Sieberg über Sonnenringe und Nebensonnen, und zwar deshalb, weil schon Heft 3 des 16. Jahrgangs dieser Zeitschrift einen Abdruck einer von mir im „Ostfr. Courier" veröffentlichten Beschreibung einer am 6. März 1899 hier beobachteten ganz ähnlichen Erscheinung brachte. Die damals gleichzeitig übersandte Zeichnung von der Erscheinung wurde leider nicht mit zum Abdruck gebracht. Sonst würde sich finden, daß nur ganz geringe Unterschiede zwischen beiden Erscheinungen bestehen. Bei der von mir beschriebenen Ringbildung fehlen nur die Ringstücke II und III der Sieberg'schen Zeichnung, auch scheinen die Regenbogenfarben nicht

Digitized by Google

so stark entwickelt gewesen zu sein. Die entfernteren Nebensonnen V standen damals nicht auf dem Durchmesser des Horizontalringes IV, sondern weiter von der Sonne entfernt, bildeten augenscheinlich mit dieser ein gleichseitiges Dreieck um das Zenit. Ebenfalls standen die der Sonne am nächsten stehenden Nebensonnen nicht auf dem Schnittpunkte des inneren Ringes und des Horizontalringes, sondern ein wenig weiter von der Sonne entfernt. Außerdem hatte mein Sohn, damals Abiturient, der mich auf die Erscheinung aufmerksam machte, vorher von dem der Sonne gegenüberliegenden, zeitweise farbigen Theile des Horizontalringes in südöstlicher und südwestlicher Richtung noch zwei sehnenförmige helle Streifen innerhalb der Kreisfläche bemerkt. Vielleicht hat der von ihnen an ihrem Ausgangspunkte eingeschlossene Winkel ebenso 60^0 betragen wie die Winkel im Nebensonnendreieck. Endlich war noch im Südwesten nahe am Horizont ein regenbogenfarbiges Stück von einem noch größeren Ringe zu sehen.

Da ich aus den Mittheilungen des Herrn Sieberg ersehe, daß derartige Ringbildungen eine große Seltenheit sind, und da ich mir damals gleich eine genaue Skizze der Erscheinung gemacht habe, gestatte ich mir nochmals, eine Nachzeichnung davon einzusenden.



Norden.

Erklärung:

a = Sonne mit Hof.
b = Zenit.
c = Horizontalring.
d = Ring um die Sonne.
ee = Anhängsel daran.
ff = regenbogenfarbig glänzende Nebensonnen.
gg = weißliche Nebensonnen.
h = regenbogenfarbiges Stück im Horizontalring.
ii = helle (weißliche) Streifen.
k = dunkelregenbogenfarbiges Stück im SW am Horizont.
l = der Horizont.

C. Veenema, Lehrer.

* * *

Winterkälte und Sonnenflecken. Obgleich die Wetterkundigen mit der Voraussage der Witterung auf längere Zeit bisher nicht viel Glück gehabt haben, sind sie doch unablässig bemüht, gewisse Gesetze herauszufinden, durch die eine zuverlässigere Prophezeihung des Ausfalls der kommenden Jahreszeiten möglich wäre. So hat jetzt ein Astronom der Sternwarte von Greenwich, Namens Mac Dowall, eine Beziehung zwischen der Häufigkeit der Frosttage in den verschiedenen Wintern der letzten Jahrzehnte und der Menge der Sonnenflecken nachzuweisen versucht. Daß die Witterung durch die Häufigkeit und die Größe der Flecken auf der Sonne in gewissem Grade bestimmt wird, ist längst von Astronomen und Meteorologen für wahrscheinlich erklärt worden, aber es fehlt noch an einem bündigen Ergebnis, das man zur Voraussage der Witterung zuverlässig verwerthen könnte. Mac Dowall hat nun die winterliche Witterung und den Zustand der Sonne nach den Beobachtungen seit dem Jahre 1841 bis auf die Gegenwart verglichen und eine gewisse Beziehung festgestellt. In den drei Jahren, die auf die Zeit der meisten Sonnenflecken folgten, ist die Zahl der

Digitized by Google

Tage, an denen die Temperatur unter den Gefrierpunkt fiel, geringer gewesen als der Durchschnitt, und zwar hat der Gelehrte ausgerechnet, daß in den betreffenden Jahresgruppen zwischen 1849 und 1896 131 Frosttage weniger gewesen sind, als man nach dem Durchschnitt hätte erwarten sollen. Umgekehrt scheinen sich die Triennien zu verhalten, die auf die Zeit der geringsten Sonnenthätigkeit folgen, indem eine kleine Zahl von Sonnenflecken gerade eine stärkere Winterkälte zu begleiten pflegt. In diesen betreffenden Jahren hat es nämlich seit 1844 107 Frosttage mehr gegeben, als der Durchschnittsrechnung entsprochen hätte. Gegenwärtig befinden wir uns in einer Zeit geringster Sonnenfleckenhäufigkeit, und demnach wäre für den nächsten Winter noch ein Überschuß von Frosttagen zu erwarten. Allerdings würde es der letzte harte Winter sein, und vom Jahre 1901 an würde dann wieder eine Reihe milderer Winter folgen.

* * *

Glänzendes Meteor. Gestern Abend gegen 8 3/4 Uhr — ich ging in Gesellschaft eines Herrn zum Bahnhof — flammte es plötzlich wie bei einem Blitzschlage auf; ich drehte mich um und sah den ganzen Himmel wie mit elektrischem Licht übergossen, die tief am Horizont im Süden stehende Wolkenschicht blutroth erleuchtet. Mein Begleiter sah einen nach Westen eilenden Körper die Luft durchfliegen, der nach seiner Schätzung ca. 1/2 m Durchmesser hatte und selbst blutroth war, während er von einer intensiven, dem elektrischen Licht gleichenden Helle umgeben war. Nach ungefähr 1 1/2—2 Minuten hörten wir ein 15—20 Sekunden anhaltendes donnerähnliches Rollen.

Ich bemerke, daß unser Weg an dem Ostabhange eines Berges entlang führte, sodaß wir den westlichen Theil des Himmels nicht beobachten konnten. Als wir jedoch auf die Höhe kamen, sahen wir im Westen den Himmel mit schwarzen Wolken bedeckt, ähnlich als wenn ein stark qualmender Fabrikschornstein in der Nähe sei, während der übrige Himmel sternenhell war; auch setzte plötzlich ein ziemlich starker Wind aus Nordwesten ein, während vorher Windstille herrschte. Als wir nach ca. 20—25 Minuten den Rückweg antraten, war der ganze Himmel wieder sternenklar, auch war es wieder windstill.

Montjoie, den 12. November 1900.

Hübener, Vicefeldwebel und Kommandanturschreiber.

* * *

Am 11. November cr. abends 8 43 Uhr befand ich mich auf dem Heimgang nach dem Forsthaus Hollerath ca. 500 m von diesem noch entfernt. Plötzlich wird die Chaussee vor mir so hell erleuchtet, wie ich nie zuvor gesehen. Ich drehte mich um und gewahrte einen weißfeurigen, länglichen Körper mit kolossaler Geschwindigkeit von Südost nach Nordwest ziehen, der Erde sich immer mehr nähernd und überall dies intensiv helle Licht verbreitend. Nachdem ich ca. 100 Schritte weiter gegangen, erfolgte aus der Richtung, welche der feurige Körper genommen, ein donnerähnlicher, einige Sekunden anhaltender Knall.

Die Erschütterung durch den Knall war so stark, daß auf dem Forsthaus Fenster und Thüren erzitterten und meine Frau an Erdbeben dachte.

Hollerath, den 11. November 1900.

Der Königl. Förster Jansen.

Digitized by Google

Der Abflußvorgang der Ströme Memel, Pregel und Weichsel.

Nach dem Memel-, Pregel- und Weichselwerk*)
dargestellt von Dr. Karl Fischer.

1. Einleitung.

Je weiter die Erforschung der Niederschlagsverhältnisse fortschreitet, um so mehr wächst auch die Bedeutung der Frage, was aus dem zur Erde gefallenen Niederschlage wird.

Man spricht mit Recht von einem Kreislaufe des Wassers. Denn wenn nicht alle Anzeichen trügen, so tritt für die aus der Lufthülle ausscheidenden Wassermengen nach gewisser Zeit immer wieder ein entsprechender Ersatz ein. Die in der Atmosphäre enthaltene Menge Wasserdampf erfährt also, im Großen und Ganzen betrachtet, weder eine Verminderung, noch auch eine Vermehrung.

Die Beantwortung der Frage, in welcher Weise jener Ersatz der atmosphärischen Feuchtigkeit vor sich geht, gestaltet sich äußerst verwickelt. Ein Theil des Niederschlages, der das Festland trifft, geht in das Grundwasser über und legt hier vielleicht weite, der Forschung schwer zugängliche Wege zurück. Ein anderer findet Verwendung zur Ernährung der Pflanzenwelt und wird von dieser erst nach mannigfachen Wandlungen an die Lufthülle zurückgegeben. Wieder ein anderer wird vielleicht vorübergehend chemischen Vorgängen in der anorganischen Natur dienstbar gemacht. Ein vierter, recht beträchtlicher Bruchtheil kehrt, ohne derartigen Wandlungen unterworfen zu werden, unmittelbar auf dem Wege der Verdunstung in die Atmosphäre zurück. Erst ein gewisser Rest gelangt durch die Wasserläufe ins Meer. Daß zwischen diesen verschiedenen Bruchtheilen Übergänge stattfinden können, muß Jedermann sich von selbst sagen.

Die Flußkunde tritt in diesen Fragen zur Meteorologie in die engste Beziehung. Denn sobald neben den Niederschlagshöhen auch die dem Meere zuströmenden Wassermengen bekannt sind, ist auch die Frage gelöst, in welchem Verhältnis sich Meere und Länder in die Erzeugung des die Festländer treffenden Niederschlags theilen. Wenn es sich z. B.

*) Memel-, Pregel- und Weichselstrom, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse. Eine hydrographische, wasserwirthschaftliche und wasserrechtliche Darstellung. Auf Grund des Allerhöchsten Erlasses vom 28. Februar 1892 im Auftrage des preußischen Wasser-Ausschusses herausgegeben von H. Keller, Geheimer Baurath, Vorsteher des Bureaus des Ausschusses. — Text: 3 Bde. in 8°; Tabellen: 1 Bd. in 4°. Dazu 1 Atlas von 46 Blatt in Folio. Berlin, Dietrich Reimer (Ernst Vohsen). 1899.

Digitized by Google

bewahrheitet, daß nur 20% des den Erdboden treffenden Niederschlages in die Oceane gelangen, so folgt daraus, daß jeder Wassertropfen, der diese Niederschläge bilden hilft, durchschnittlich fünfmal zur Erde muß, ehe er seinen Weg ins Weltmeer findet. *)

Wir wollen den Erwägungen dieser Art, deren Bedeutung für die Lehre vom Kreislaufe des Wassers sich zur Zeit wohl noch kaum vollauf würdigen läßt, hier nicht weiter nachgehen. Daß ein Aufsatz, der Naturkundliches von drei Strömen berichten will, in meteorologischer Umgebung nicht völlig als Fremdling dasteht, ist wohl zur Genüge angedeutet. Im Folgenden wird sich noch näher zeigen, wie mannigfache Beziehungen zwischen den Strömen eines Gebietes und den in diesem herrschenden klimatischen und meteorologischen Verhältnissen bestehen.

2. Die Werke über die norddeutschen Ströme.

Die Flußkunde befindet sich allenthalben in erfreulichem Aufschwunge. In Deutschland hat man sich ihr zwar erst neuerdings zugewendet, dafür aber auch mit um so größerem Nachdruck. In zehn Jahren sind vier große Werke über deutsche Ströme erschienen. Das erste von diesen behandelt den Rheinstrom. **) Die Darstellung eines Stromgebietes in hydrographischer, wasserwirthschaftlicher und wasserrechtlicher Hinsicht, wie sie in diesem Werke geboten ist, war damals noch, worauf die Einleitung mit berechtigtem Stolze hinweist, eine neue Erscheinung in der Litteratur. Sie blieb es nicht lange. Denn inzwischen sind, noch auf wesentlich umfassenderer Grundlage durchgeführt, entsprechende Werke über den Oderstrom, den Elbstrom und ganz kürzlich das über den Memel-, Pregel- und Weichselstrom nachgefolgt.

Alle diese Werke sind aus einem praktischen Bedürfnis hervorgegangen; denn ihr erster und nächster Zweck ist, für die Maßnahmen zu Rathe gezogen zu werden, die gegen die von den Strömen drohenden Hochwassergefahren zu ergreifen sind.

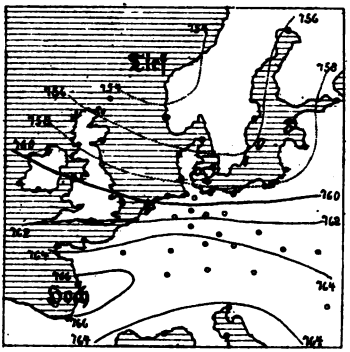
Das Rheinstromwerk ist unter Leitung des an der Spitze des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogthum Baden stehenden Oberbaudirektors, Geheimen Rathes Honsell verfaßt. Im Anschluß an das Werk ist inzwischen unter der gleichen, wohl allseitig als mustergültig anerkannten Oberleitung eine Reihe von Einzeluntersuchungen über die Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet

*) Vgl. Albrecht Penck, Die Flußkunde als ein Zweig der physikalischen Geographie. Zeitschr. f. Gewässerkunde, Bd. 1, S. 1—9.

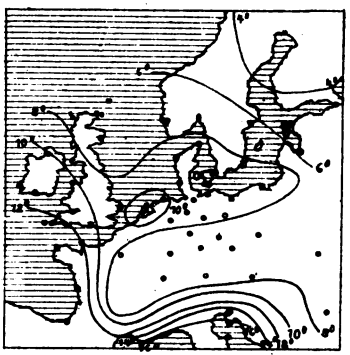
**) Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse von den Quellen bis zum Austritt des Stromes aus dem Deutschen Reich. Eine hydrographische, wasserwirthschaftliche und wasserrechtliche Darstellung. Im Auftrage der Reichskommission zur Untersuchung der Rheinstromverhältnisse herausgegeben von dem Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogthum Baden. 1. Bd. Text in 4°. Mit 9 Uebersichtskarten und -Profilen nebst einer Stromkarte des Rheins in 16 Blättern. Berlin, Ernst & Korn. 1889.

Digitized by Google

Karten-Beilage zur Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“.
1900. Heft 12.



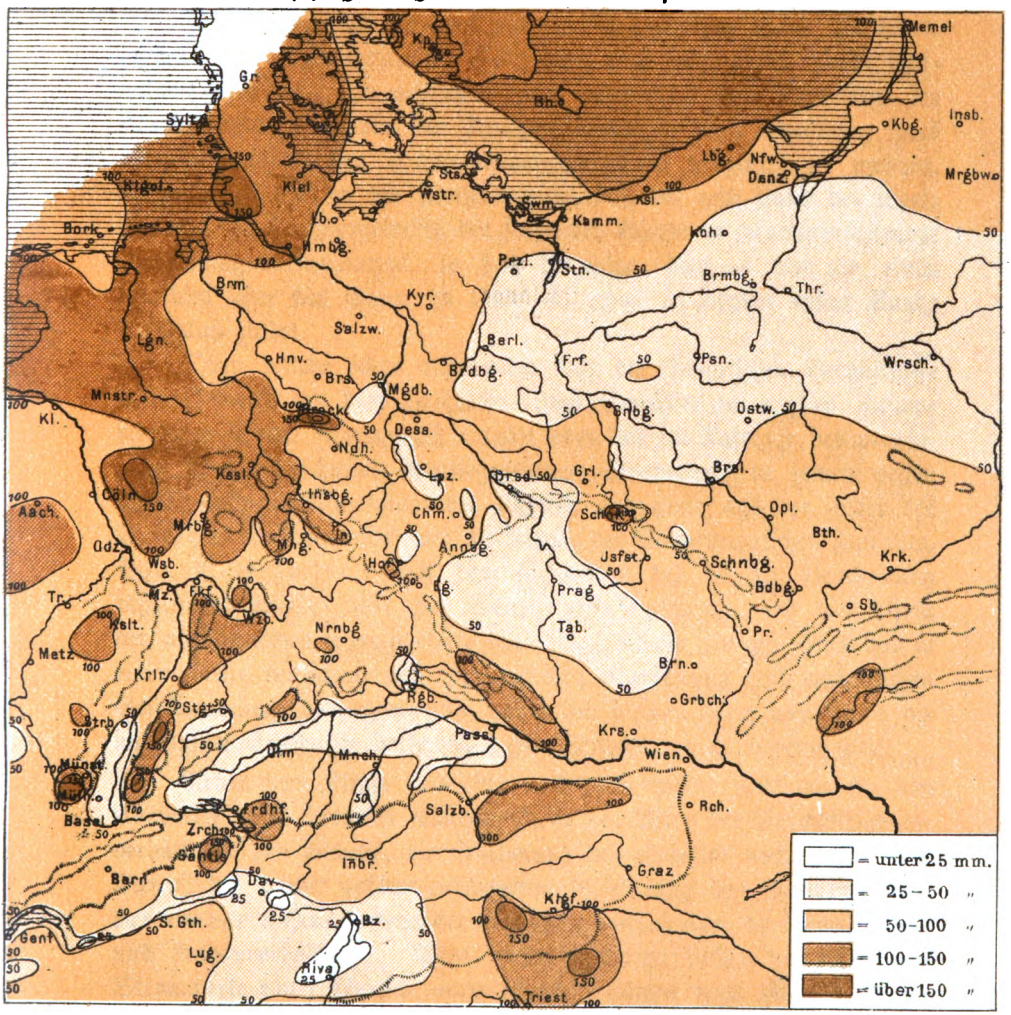
Mittlere Monats-Isobaren. (mm.)



Mittlere Monats-Isothermen. (C°.)
(8h früh)

Oktober 1900.

Niederschlagsmengen in Central-Europa in mm.



Digitized by Google

Digitized by Google

erschienen, die den Bauamtsassessor M. v. Tein zum Verfasser haben und nicht allein durch die Feinheit der Untersuchungsmethoden für den Fachmann bemerkenswerth sind, sondern auch einer reichen Segen verheißenden Hochwasservorhersage die Wege gebahnt haben.

Das Verdienst, den übrigen oben erwähnten Strommerken ihre gesamte Anlage sowohl, wie großen Theils auch ihre Durchführung im Einzelnen vorgezeichnet zu haben, gebührt dem Geheimen Baurath Hermann Keller, der das dem preußischen Wasserausschuß beigegebene wissenschaftlich-technische Bureau leitet. Ihm fällt auch der Hauptantheil am Texte des Oder- und dem des Memel-, Pregel- und Weichselwerks zu, während an dem von der Elbstrombauverwaltung herausgegebenen Werke über den Elbstrom der Wasserbauinspektor Kreide den größten persönlichen Antheil hat.

Obwohl zunächst für praktische Zwecke geschaffen, haben die Werke auch in den wissenschaftlichen Fachkreisen eine sehr anerkennende Aufnahme gefunden. Sie verdanken dies namentlich dem Bestreben, die Übersicht über die Fülle der Einzelerscheinungen durch Betonung ihres naturwissenschaftlichen Zusammenhanges immer möglichst zu wahren. Äußerlich ist dies in der Weise erreicht, daß der erste Band der Werke jedesmal die Hauptergebnisse der folgenden Bände in zusammenfassender Darstellung vorwegnimmt, so daß derjenige, dem es nur um einen Überblick über das Ganze zu thun ist, schon in diesem ersten Bande Aufschluß findet.

Oben wurde schon angedeutet, daß die klimatischen Verhältnisse eines Gebietes mit dem Verhalten seiner Gewässer im engsten Zusammenhang stehen. Demgemäß enthält jedes der im Auftrage des preußischen Wasserausschusses herausgegebenen Strommerke in seinem ersten Bande auch ein klimatologisches Kapitel, und zwar aus der Feder des Vorstehers der klimatologischen Abtheilung des Meteorologischen Instituts, Prof. V. Kremser. Mit dem Erscheinen des in der Bearbeitung begriffenen Werkes über den Weser- und Emsstrom wird das Klima der norddeutschen Stromgebiete vom Memelstrom bis zur Ems hin in einer ebenso kritischen, wie übersichtlichen Bearbeitung nach einheitlichen Gesichtspunkten vorliegen, und hoffentlich bleiben dann wenigstens die wichtigsten Ergebnisse derselben dieser Zeitschrift nicht vorenthalten.

Neben dem Klima sind aber noch viele andere Faktoren für den Charakter eines Stromes maßgebend, so vor Allem die Durchlässigkeitsverhältnisse des Bodens, die Gliederung des Gebietes nach Höhen und Tiefen, die damit zusammenhängende Gliederung des Gewässernetzes, das etwaige Auftreten stehender Gewässer, endlich auch die Bewaldungs- und Anbauverhältnisse. Allen diesen Faktoren suchen die genannten Strommerke unter Beigabe entsprechender Karten nach Möglichkeit ge-

Digitized by Google

recht zu werden. Auf diese Weise sind sie auch für alle diejenigen, denen die engere Heimathskunde am Herzen liegt, zu einer Sammelstätte des Anregenden und Beachtenswerthen geworden, was für die Leser dieser Zeitschrift besonders hervorgehoben sei. —

Wir schließen hiermit diese einführenden Bemerkungen ab, um uns im engsten Anschluß an das zuletzt erschienene Stromwerk dem Abflußvorgang des Memel-, Pregel- und Weichselstromes zuzuwenden.

3. Die Wasserstandsbewegung im Kreislaufe des Jahres.

Während das Memel- und das Pregelstromgebiet gänzlich dem Flachlande angehören, erstreckt sich das Weichselstromgebiet durch alle Höhenstufen, bis hinauf ins Hochgebirge. Schon aus diesem Grunde ist die Stärke des Niederschlages innerhalb seiner Grenzen recht verschieden. Sie erhebt sich im Süden des Gebietes, also an der Wasserscheide gegen die Donau, stellenweise weit über 1000 mm im Jahr, während sie im Kulmer Land unter die Hälfte dieses Betrages sinkt. Dagegen weichen die procentischen Antheile an der Jahressumme des Niederschlags, die einem bestimmten Monate zufallen, im weitaus größten Theil des Gebietes nicht allzu erheblich von einander ab. Wenn man nämlich von dem Gebiet an der Küste absieht, wo sich der Hauptregenfall mehr oder minder gegen den Herbst hin verspätet, so kommen, ganz roh gerechnet, auf den Sommer (Juni bis August) etwa 40 % des jährlichen Niederschlages, auf das Frühjahr (März bis Mai) und den Herbst (September bis November) je 22 bis 23 %, auf den Winter (December bis Februar) die übrigen 15 %.

Die Höhe der Wasserstände richtet sich aber nach dieser jahreszeitlichen Vertheilung des Niederschlages recht wenig. Von Grund aus umgestaltend wirkt vor Allem die Aufspeicherung eines großen Bruchtheiles des winterlichen Niederschlages in Form einer Schneedecke, deren Abschmelzen im Frühjahr zu einem gewaltigen Wasserüberschuß führt. Dies geht schon aus den beigefügten Abbildungen 1 – 4 (S. 271) hervor, die einige Worte der Erläuterung erfordern.

Man erblickt in den Abbildungen mehrere Linienzüge, die sich über den ganzen Zeitraum des Jahres erstrecken. Das Jahr ist dabei nicht das bürgerliche, aber auch nicht das meteorologische, das mit dem December beginnt und mit dem November abschließt; vielmehr ist es vom November bis zum Oktober gerechnet. Für die norddeutschen Ströme ist dies das natürliche „Wasserjahr"; denn die Monate November bis April bilden dabei den Winter, das Halbjahr des Schnees und Eises, die übrigen sechs Monate aber das Sommerhalbjahr, während dessen die Niederschläge mit geringfügigen Ausnahmen in flüssiger Form erfolgen und die Gewässer von Eis frei bleiben. Damit auch die Grenzmonate November und Oktober mit ihren Nachbarmonaten möglichst

Digitized by Google

bequem verglichen werden können, treten diese beiden Monate in den Abbildungen doppelt auf, indem links der Oktober, rechts der November angesetzt ist.*)

In den Abbildungen ist die mittlere gebrochene Linie durch Schraffur hervorgehoben. Sie stellt die Höhe des Mittelwassers (MW) der zwölf Monate dar. In ähnlicher Abstufung verläuft der Linienzug, in welchem die den einzelnen Monaten entsprechenden Säulchen nach oben hin ihren Abschluß finden; er entspricht dem mittleren Hochwasser (MHW). Endlich ist unterhalb des schraffirten Linienzuges noch ein dritter zu erblicken, der das mittlere Niedrigwasser darstellt und die entsprechende Bezeichnung (MNW) führt.

Der Begriff des Mittelwassers ist den Lesern von den meteorologischen Mittelwerthen her ohne Weiteres geläufig. Auch das mitlere Niedrig- und das mittlere Hochwasser haben in der Meteorologie ihre Gegenstücke. So wird z. B. das mittlere Hochwasser eines Monats für einen bestimmten mehrjährigen Zeitraum berechnet, indem man Jahr für Jahr den höchsten Wasserstand aufsucht, der in dem betreffenden Monate vorkam und dann aus allen diesen Werthen das Mittel bildet. Entsprechend ist das mittlere Hochwasser eines Halbjahres und das des gesamten Jahres zu verstehen. Hieraus folgt, daß das mittlere Hochwasser eines Monats kleiner oder doch wenigstens niemals größer ist, als das des Halbjahres, dem der betreffende Monat angehört, das des Halbjahres aber seinerseits höchstens gleich dem des ganzen Jahres, während beim mittleren Niedrigwasser eine Abstufung im entgegengesetzten Sinne stattfindet.

Noch Eins ist zu bemerken. Die Nullpunkte der Pegel, an denen die Wasserstände beobachtet werden, besitzen eine ganz willkürliche Höhenlage (die selbstverständlich aber bei jedem Pegel möglichst unverändert bleibt). Ein und derselbe Wasserstand kann also sehr wohl an einem Pegel 1 m, an einem benachbarten Pegel dagegen 2 m über dem Nullpunkte liegen. Die Höhe eines bestimmten Wasserstandes kann also nur an seiner Beziehung zu den niedrigsten und höchsten Lagen des Wasserspiegels bemessen werden, die an der betreffenden Pegelstelle überhaupt aufzutreten pflegen.

In unseren Abbildungen ist der Memelstrom durch die Pegelstelle Tilsit (1871/95), der Pregelstrom durch Taplacken (1863/96), der Weichselstrom durch die Pegelstellen Krakau (1831/66) an der Oberen

---

*) Seiner Excellenz, dem Vorsitzenden des Wasserausschusses, Herrn Ministerialdirektor Schultz, ist es zu danken, daß für die beigegebenen Abbildungen die für das Memel-, Pregel- und Weichselstromwerk gefertigten Clichés benutzt werden konnten.

Digitized by Google

Weichsel und Thorn (1818/97) an der Unteren Weichsel vertreten.[1]) Die wichtigsten Zahlenwerthe für diese Pegelstellen, sowie für Neu-Sandec am Dunajec, worauf sich die auf S. 274 stehende Abbildung 5 bezieht, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, jedoch ohne Wiederholung der bildlich dargestellten Monatswerthe.

		(Memel) Tilsit m	(Pregel) Taplacken m	(Weichsel) Krakau m	(Weichsel) Thorn m	(Dunajec) N.-Sandec m
Winter	MNW	1.51	0.82	—0.56	0.19	0.76
	MW	3.11	2.25	0.12	1.62	1.20
	MHW	6.06	4.71	2.38	4.33	2.36
Sommer	MNW	1.03	0.47	—0.65	0.23	0.78
	MW	1.72	1.13	—0.10	0.96	1.26
	MHW	3.58	3.00	2.31	3.04	2.91
Jahr	bekannter Tiefststand[2])	0.42	0.10	—1.93	—0.90	0.00
	MNW	1.00	0.44	—0.71	0.05	0.64
	MW	2.42	1.69	0.01	1.29	1.23
	MHW	6.10	4.76	2.88	4.51	2.98
	bekannter Höchststand[2])	7.09	5.52	4.90	7.79	4.11

Betrachten wir jetzt die Einwirkung der Schneeschmelze auf die Wasserstände genauer! Die Mittelwasserlinie besitzt ihren Scheitel bei Krakau im März, bei den anderen Pegelstellen im April. Ein nennenswerther Unterschied zwischen letzterem und dem März macht sich jedoch nur bei Tilsit geltend, wo vom März zum April eine noch fast ebenso beträchtliche Zunahme des Mittelwassers erfolgt, als schon vom Februar zum März hin. Im Memelstrom erscheint das Schmelzwasser also am spätesten. Die Zurückführung dieser Erscheinung auf die klimatischen Verhältnisse macht keine Schwierigkeiten. Denn im größten Theil des Memelstromgebietes erheben sich die mittleren Tagestemperaturen erst Mitte März über Null, im östlichen und nordöstlichen Theile des Gebietes sogar erst am Ende des Monats. Im überwiegenden Theile des Flachlandsgebietes der Weichsel überschreitet dagegen die Mitteltemperatur den Nullpunkt schon auf der Grenze zwischen den Monaten Februar und März, und das Pregelstromgebiet pflegt um die Mitte dieses Monats ebenfalls frostfrei zu sein.

[1]) Die Verschiedenheit der Zeiträume könnte zu Bedenken Anlaß geben; diesen würde sich indessen leicht mit Hülfe der Mittelwerthsreihen begegnen lassen, die im Tabellenbande des Werkes, S. 126/27 abgedruckt sind und sämtlich für den 25jährigen Zeitraum 1871/95 gelten. — Der Weichsellauf ist in dem Werke folgendermaßen getheilt: Kleine Weichsel bis zur Mündung der Przemsza, Obere Weichsel bis zur Mündung des San, Mittlere Weichsel bis zur Mündung des Narew, Rest Untere Weichsel.

[2]) Diese äußersten Wasserstände beziehen sich auf die Gesamtzeit, für die regelmäßige Beobachtungen vorliegen; alle übrigen Zahlen gelten für die im Text angegebenen Jahre.

Digitized by Google

Abb. 1.

Tilsit (Memelstrom).

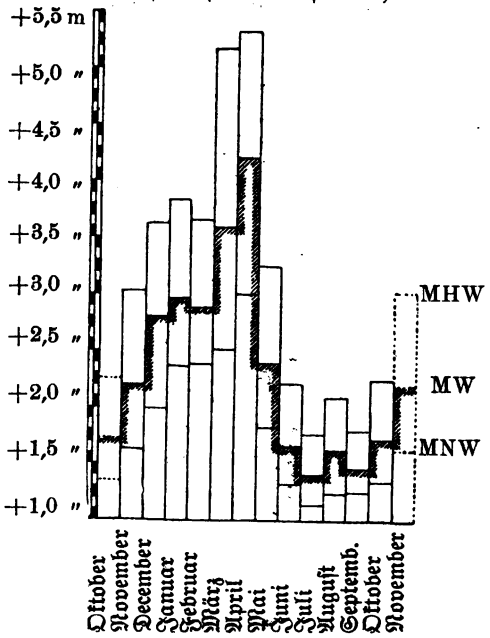


Abb. 2.

Taplacken (Pregelstrom).

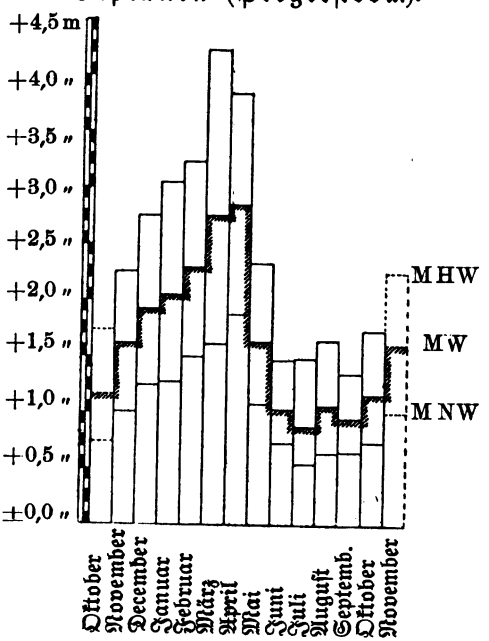


Abb. 3.

Krakau (Obere Weichsel).

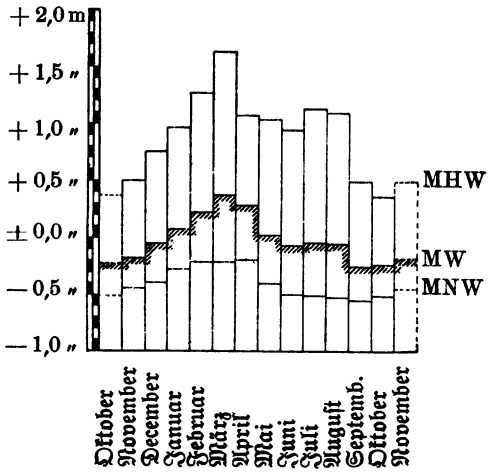
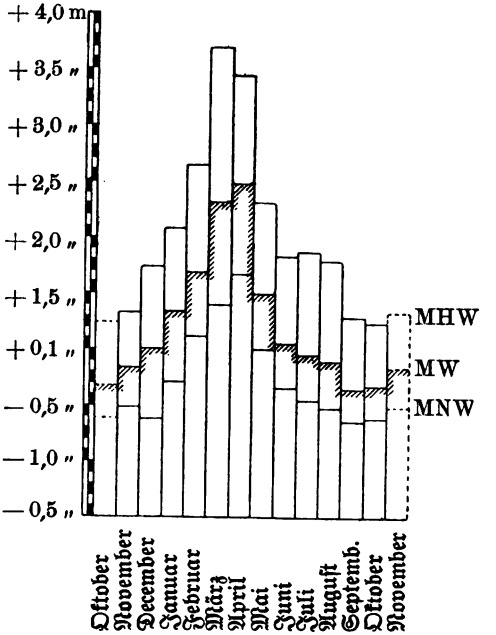


Abb. 4.

Thorn (Untere Weichsel).



Digitized by Google

Diese Vergleichung umfaßt indessen zunächst nur das Flachland. Zieht man auch das Gebirge mit in Betracht, so wird das Bild ein ganz anderes. Denn die niedrigsten Temperaturen sind dann nicht mehr im äußersten Norden und Nordosten des Gesamtgebietes der drei Ströme zu finden, sondern gerade in seinem äußersten Süden, im Karpathengebirge. Die Gipfel der Beskiden dürften in der Regel erst im Laufe des April, die der Hohen Tatra Ende Mai Tagesmittel über Null erhalten. Man könnte also vermuthen, an der Oberen Weichsel, welche bis zur Mündung des San hin alles Gebirgswasser sammelt, müsse sich eine gewisse Verspätung der Schneeschmelze geltend machen. In der That trifft dies, wie sich noch zeigen wird, in gewissem Sinne wohl zu. In den eigentlichen Schmelzwasserfluthen kommt es dagegen nicht zum Ausdruck. Denn bei Krakau liegt das mittlere Hochwasser des April bereits wieder unter dem des Februar, an den übrigen Stellen aber noch beträchtlich darüber. Für die Frühjahrswasserstände kommt also weniger der Zeitpunkt in Betracht, an dem der Schnee im Gebirge thaut, als der Eintritt des Thauwetters im Flachlande.

In der Linie für das mittlere Hochwasser der einzelnen Monate macht sich das Einsetzen der Schneeschmelze, wie die Abbildungen zeigen, früher und auch kräftiger geltend, als in den Werthen des Mittelwassers. Gewöhnlich vollzieht sich nämlich die Abführung der bei der Schneeschmelze plötzlich auftretenden Wassermassen in der Weise, daß der unmittelbar abrinnende Bruchtheil derselben zunächst bedeutende Fluthwellen in den Hauptwasserläufen erzeugt, hiernach aber der Wasserspiegel in Folge der nachhaltigen Quellenspeisung längere Zeit hindurch eine höhere Lage behält.

Einen recht lehrreichen Maßstab dafür, wie nachhaltig die Schneeschmelze auf die Wasserstände wirkt, bietet das mittlere Niedrigwasser der in Betracht kommenden Monate. Denn es kann angenähert als diejenige Höhe aufgefaßt werden, unter die der Wasserspiegel innerhalb des betreffenden Monats nicht zu sinken pflegt. Im Gegensatz zum mittleren Hochwasser erfährt das Mittelwasser seine Frühjahrserhebung erst später als das Mittelwasser. Denn sofern die Schmelzwasserfluthen nicht gerade auf den Anfang eines Monats treffen, bleibt dessen niedrigster Wasserstand von ihnen ganz unberührt, während der folgende Monat von dem zunächst zurückgehaltenen Wasser zehrt.

Je nach der Beschaffenheit des Entwässerungsgebietes gestaltet sich die Ergiebigkeit der Schneeschmelze in dieser Hinsicht recht verschieden. Am unteren Memelstrom (bei Tilsit) wird das Mittelwasser des Jahres (1871/95 = 2,42 m) bereits von dem entsprechenden Werthe für den März überschritten, und das mittlere Niedrigwasser des April liegt um mehr als einen halben Meter über dem Mittel-

Digitized by Google

wasser des Jahres. Am Pregelstrom schrumpft der Betrag, um den das Mittelwasser des Jahres von dem mittleren Niedrigwasser des auch hier den Nachschub des Schmelzwassers empfangenden April übertroffen wird, schon bedeutend zusammen; bei Taplacken z. B. stellt er sich für 1863/96 nur noch auf 0,19 m. Bei Krakau bleibt dagegen der Höchstwerth des mittleren Niedrigwassers, der auch hier dem April angehört, um 0,20 m unter dem Mittelwasser des Jahres. Erst dem außerordentlich bedeutenden Zuwachs an Flachlandsgebiet, den Bug und Narew herbeiführen, ist es zuzuschreiben, daß an der preußischen Weichsel das mittlere Niedrigwasser des März sowohl, wie das des April sich über dem Mittelwasser des Jahres befindet.

Bei aller sonstigen Verschiedenheit, die sich in dieser Beziehung bemerkbar macht, stimmen die drei Ströme darin überein, daß eine plötzliche Abnahme der Wasserstände von April auf Mai zu niederen Wasserständen in der sommerlichen Jahreshälfte überleitet. Beim Memel- und Pregelstrom ist diese Verminderung eine so krasse, daß das monatliche Mittelwasser vom April zum Mai um nahezu $^2/_3$ des Betrages fällt, um den das höchste und das niedrigste Monatsmittel von einander entfernt sind. Beim Weichselstrom geht die Abnahme des Wasserstandes dagegen merklich langsamer vor sich. Die Verminderung des Wasserstandes, die nach dem Vorübergange der Schneeschmelze eintritt, nimmt in seiner unteren Strecke erst im Zeitraum zweier Monate ein ungefähr ebenso hohes Maß an, wie bei den andern Strömen in einem Monat. Die Ursache dieser Verlangsamung ist hauptsächlich wohl die, daß in dem ausgebreiteten Gewässernetz dieses Stromes recht verschiedene klimatische Verhältnisse herrschen, so daß der Wechsel der Jahreszeiten weniger gleichzeitig eintritt und deshalb auch eine größere Ausgleichung in der Einwirkung der einzelnen Gewässer auf den Hauptstrom erfolgen kann. Vor Allem ist der Schnee im Gebirge noch immer im Schmelzen begriffen, wenn er aus dem Flachland längst schon verschwunden ist.

Hierauf ist es auch zurückzuführen, daß die sommerlichen Wasserstände an der Oberen Weichsel (Abb. 3.) bei Weitem nicht eine so tiefe Lage einnehmen, als an der Unteren Weichsel (Abb. 4) und an den beiden anderen Strömen (Abb. 1 u. 2). Man braucht, um sich von diesem Zusammenhange zu überzeugen, nur einmal zuzusehen, welches Gepräge die mittlere jährliche Wasserstandsbewegung an den galizischen Gebirgsflüssen darbietet. Besonders geeignet hierzu ist der Dunajec. Er ist nicht der größte der aus dem Gebirge kommenden Nebenflüsse des Stromes; in dieser Beziehung fällt die Vorherrschaft vielmehr dem San zu, dessen Gebiet 16 870 qkm bedeckt, während es beim Dunajec nur 6958 sind. Die Sonderstellung des Dunajec beruht vielmehr darauf, daß er in dem weit verzweigten Gewässernetz des Weichsel-

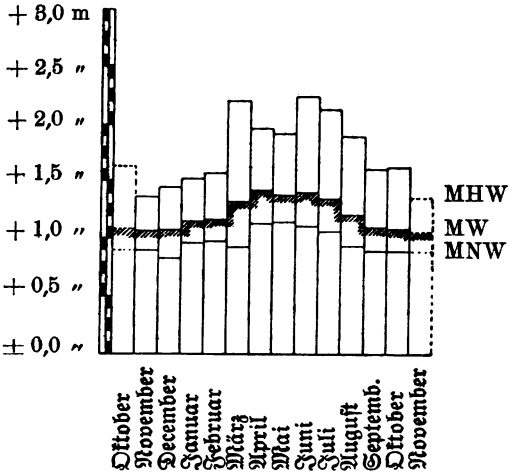
Digitized by Google

stromes der einzige Fluß ist, dessen Gebiet, wie das des Stromes selbst, alle Höhenstufen, vom Flachland bis zum Hochgebirge, umfaßt. Denn als letzteres kann ausschließlich die Hohe Tatra gelten, deren Niederschlagswasser, soweit sie überhaupt dem Weichselstromgebiet angehört, auf der Nordseite dem Dunajec, auf der Südseite seinem ihm ebenbürtigen Nebenfluß, dem Poprad zuströmt.

Eine kurze Strecke unterhalb der Vereinigung beider Wasserläufe liegt die Pegelstelle Neu-Sandec, auf die unsere Abb. 5 sich bezieht.

Abb. 5.

Neu-Sandec (Dunajec).



Sie zeigt ziemlich unscheinbare Wasserstandsschwankungen; doch würde nichts irriger sein, als wollte man deshalb dazu neigen, den Dunajec für einen verhältnismäßig harmlosen Gesellen zu halten. Es wird im Gegentheil noch zu zeigen sein, daß er für die Sommerhochwasser des Weichselstromes eine geradezu ausschlaggebende Bedeutung besitzt. Die Wasserstandsschwankungen bleiben an der betrachteten Pegelstelle vielmehr nur deshalb so verhältnismäßig klein, weil das Wasser nicht in einem geschlossenen Strombett zusammengehalten wird, sondern reiche Gelegenheit findet, sich im Neu-Sandecer Thalkessel auszubreiten. (Fortsetzung folgt.)

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im Oktober 1900.

Die Witterung hatte im Oktober einen wechselvollen Charakter. Die ungewöhnlich warme Periode von Ende September setzte sich bis zum 11. Oktober fort, dann trat herbstlich kühles, regnerisches Wetter ein, das erst gegen Monatsschluß durch eine neue Wärmeperiode abgelöst wurde.

Der erste Witterungsabschnitt war durch die Vorherrschaft einer central oder südöstlich gelegenen Anticyklone bestimmt, in deren Wirkungskreise nament-

Digitized by Google

lich am 2. Oktober die Temperaturen sommerlich hoch waren. Bis zum 11. Oktober gingen die Maximaltemperaturen fast überall über 20° hinaus. In Folge einer Verstärkung des Luftdrucks im Westen und des Auftretens von Depressionen im Nordosten ging die Temperatur bei nordwestlichen Winden nach dem 11. rasch auf die normale zurück und sank späterhin unter dieselbe, als der hohe Druck im Westen zur Herrschaft gelangte und die Depressionen theils vom Norden, theils vom Mittelmeer her gegen das westliche Rußland fortschritten, vielfach stürmische Winde und Niederschläge mit sich führend. Am 13., 14. und 15. mußte die Küste vor Sturm gewarnt werden, als sich eine sehr tiefe Depression von den Shetlands ostwärts bewegte und einen Ausläufer gegen Süden vorstreckte. Es kam in diesen Tagen zu heftigen Regen- und Gewitterböen im nördlichen Theile unseres Gebiets. Eine zweite stürmische Periode hatte die Küste durchzumachen, als in der letzten Pentade einige Depressionen von der Nordsee gegen Mitteleuropa und die Ostsee vordrangen. Zu dieser Zeit lag die Temperatur aber wieder über der normalen, da die Zufuhr oceanischer, warmer Luft durch die Geschwindigkeit der Luftbewegung vergrößert und beschleunigt wurde.

Die Abweichung des Monatsmittels der Temperatur setzt sich, dem geschilderten Witterungslaufe entsprechend aus einer negativen und zwei positiven Komponenten zusammen, sie liegt in Mitteleuropa nur wenig (nirgends mehr als 1°) über der normalen, bleibt auf den höchsten Erhebungen des Landes und im Westen sogar etwas darunter. Mitteleuropa lag auf der Grenze eines über Osteuropa ausgedehnten Gebiets sehr großer und während des ganzen Monats beständiger, positiver Temperaturanomalie und eines über Nordwesteuropa vorhandenen Temperaturdeficits.

Die absolut höchsten Thermometerstände traten überall in der ersten Dekade ein, im Süden meist am 2., im Norden am 9. Oktober. Mehreren Orten brachte diese Wärmeperiode noch Sommertage (Bromberg 26.8, Stuttgart 25.8, Ratibor 25.5 u. s. w.). Andererseits sank die Temperatur zwischen dem 21. und 24. unter dem vereinten Einflusse kühler nordwestlicher Winde und nächtlicher Ausstrahlung fast auf dem ganzen Gebiete unter den Frostpunkt.

Abgesehen vom äußersten Süden (Elsaß, südl. Baden, südl. Württemberg und Bayern) und vom ostdeutschen Binnenlande (Königreich Sachsen, Brandenburg, Posen) hatte Mitteleuropa einen stellenweise recht erheblichen Niederschlagsüberschuß aufzuweisen. An der Küste wurden die normalen Beträge vielfach sogar um das Doppelte übertroffen. Die beigegebene Karte zeigt im Ganzen eine recht gleichmäßige Vertheilung der Niederschläge. Die Gebirgsgegenden treten nicht so scharf aus der Umgebung heraus wie sonst.

Die Zahl der Niederschlagstage belief sich an einer großen Zahl von Stationen auf mehr als $^2/_3$ der Monatstage, im westlichen Holstein kamen sogar 26 Tage mit Niederschlag vor, ein Werth, der sonst nur noch auf dem Brocken erreicht wird.

In den Gebirgen war Schneefall in der zweiten Witterungsperiode schon häufig. Die Schneekoppe hatte sogar 17 Tage mit Schnee! Im badischen Schwarzwalde breitete sich um die Monatsmitte eine dünne Schneedecke bis 500 m herab aus, die aber bald wieder verschwand.

Zu Gewittern kam es häufiger, als man in dieser Jahreszeit erwarten konnte. In der ersten Dekade wurde die schwüle Tageswärme mehrmals durch abendliche Gewitter beendet.

Die Bewölkung übertraf außer im Südwesten und im ostdeutschen Binnenlande die normale.

Dr. W. Meinardus.

Digitized by Google

Temperaturumkehrungen mit der Höhe zwischen Aachen und Aussichtsthurm im Aachener Walde[1].

Von A. Sieberg in Aachen.

Eine interessante Eigenthümlichkeit der Gebirgslagen ist die „Temperaturumkehr mit der Höhe"; noch in jüngster Zeit haben Hergesell[2] und Wirz[3] dieselbe für die Vogesen und besonders für den großen Belchen nachgewiesen und ihr Auftreten im Winter, wo sie am stärksten in die Erscheinung tritt, unter der Bezeichnung „Hochdruckwinter" geschildert, während wir Aßmann[4] die Untersuchung mehrerer derartiger Phänomene am Thüringer Walde und später eine eingehende Studie über die Wechselwirkung der einzelnen meteorologischen Elemente verdanken, anknüpfend an einen auf dem Brocken beobachteten Fall. Gerade sie ist aber bei der Beurtheilung des Klimas eines Ortes in hygienischer Beziehung von ganz besonderer Bedeutung, wie Polis[5] in seinem Referate „Die klimatischen Verhältnisse Deutschlands in ihrer Einwirkung auf die Lebens- und Erwerbsverhältnisse" hervorhebt. Diese Temperaturumkehr mit der Höhe macht sich nun aber nicht allein in den höheren, sondern auch in den niederen Gebirgslagen bemerkbar, wenn auch naturgemäß nicht in so ausgeprägter Weise; so wurde sie gleichfalls beobachtet in Aachen[6] und der nur 189 m höher gelegenen Station Aussichtsthurm im Aachener Walde.

Die Temperaturumkehr mit der Höhe äußert sich wie folgt: Bekanntlich nimmt die Lufttemperatur für gewöhnlich mit wachsender Höhe ab, und zwar beträgt diese Abnahme für trockene Luft bei je 101 m Erhebung 1.0° C.; da aber der Luft fast stets mehr oder minder große Mengen von Wasserdampf beigemischt sind, so verringert sich diese Abnahme auf etwa 0.4°—0.6° für je 101 m. Nun findet man aber manchmal eine Abweichung von diesem normalen Zustande in der Art, daß höher gelegene Orte im Vergleiche mit tiefer gelegenen eine Temperatur aufweisen, die höher ist, als es theoretisch der Fall sein müßte, indem die unteren Luftschichten unter dem Einfluße der starken Ausstrahlung noch intensiv erkalten. Diese Erscheinung nennt man nun „Temperaturumkehr mit der Höhe". Sie ist also streng genommen auch schon dann vorhanden, wenn die Temperaturabnahme geringer ist als die mittlere Differenz zwischen zwei Stationen; häufig jedoch wird sie so stark, daß, besonders im Winter, in den Thälern tiefe Temperaturen vorkommen und sich dort oft längere Zeit in einem fort erhalten, während sich die benachbarten Höhen einer viel wärmeren und heiteren Witterung erfreuen.

In der vorliegenden Abhandlung soll nun für die Stationen Aachen und

---

[1]) Aus dem „Deutschen Meteorologischen Jahrbuch für Aachen 1899" auszugsweise mitgetheilt vom Verfasser.

[2]) Hergesell: „Die meteorologischen und klimatischen Verhältnisse Elsaß-Lothringens". Separatabdruck aus „Das Reichsland Elsaß-Lothringen", pag. 15—16.

[3]) Wirz: Beiträge zur Klimatologie des Großen Belchen. „Beilage zum Programm des Schuljahres 1898/99 des Gymnasiums zu Gebweiler", pag. 44—46.

[4]) S. diese Zeitschrift II, S. 41 und III, S. 21 und die Broschüre: Aßmann: „Die Temperaturumkehrung auf dem Brocken am 3. und 4. Februar 1896". In der zur Feier der Einweihung des Meteorologischen Observatoriums auf dem Brocken (am 31. Mai 1896) dargebotenen Festgabe. Berlin 1896.

[5]) In dem „Handbuch der Wirthschaftskunde Deutschlands". Im Auftrage des deutschen Verbandes für das kaufmännische Unterrichtswesen herausgegeben von Regierungsrath Dr. Stegemann. Leipzig, G. B. Teubner 1900.

[6]) Polis: „Die Niederschlags- und Temperaturverhältnisse des südlichen Roergebietes im Jahre 1898 und 1899". Diese Zeitschrift 1899 Heft 7, und 1900 Heft 5 und 6.

Digitized by Google

Aussichtsthurm die Häufigkeit des Vorkommens der „Temperaturumkehr mit der Höhe" in dem vierjährigen Zeitraum 1896—99 und das Verhalten der dabei in Betracht kommenden meteorologischen Elemente untersucht werden, und zwar wird sich diese Untersuchung nicht allein auf den Winter, sondern auch auf die übrigen Jahreszeiten erstrecken. Zunächst sei jedoch in Kürze die topographische Lage[7]) der beiden in Betracht kommenden Stationen mitgetheilt, deren instrumentelle Ausrüstung im „Deutschen Meteorologischen Jahrbuche für Aachen 1895" auf S. 8 ff. und S. 18 ff. beschrieben wurde.

Aachen (Seehöhe der Meteorologischen Station 169 m) liegt nebst Burtscheid und verschiedenen Dörfern in einem weiten Kesselthale, welches das Quellgebiet der Wurm bildet und von E nach W 10.5 km, von N nach S 11 km mißt; die Länge der Umrandung beträgt etwa 40 km. Sein Boden senkt sich allmählich von S nach N, doch entbehrt er nicht der inneren Gliederung und steigt im NE zu dem isolirten Lousberge (Seehöhe 240 m) an. Den höchsten Theil des Beckenrandes bildet im S und SW der Aachener Wald, dessen Höhenzüge in einzelnen, langgestreckten Rücken angeordnet sind. Auf dem höchsten dieser Rücken, dem von W nach E ziehenden Steinknipp, erhebt sich etwas westlich von seiner stärksten Erhebung der weithin sichtbare Aussichtsthurm, woselbst sich auch (in einer Seehöhe von 358 m) die meteorologische Station befindet. Gegen W liegen die Höhen von Vaals, denen sich nach N hin der Vetschauerberg, eine kahle Hochfläche, anschließt. Die Grenze gegen E wird durch den Haarener Berg gebildet.

Was nun zunächst die Häufigkeit des Vorkommens anbetrifft, so zeigt sich, daß die Temperaturumkehr in dem vierjährigen Zeitraum 1896—99 insgesamt 250 mal vorkam, und zwar an 179 Tagen, was für das Jahr im Mittel 63 Fälle an 45 Tagen ausmacht, d. h. 12.5% der Tage des Jahres wiesen diese Erscheinung auf. Die Anzahl der Tage mit Temperaturumkehr und der überhaupt beobachteten Fälle haben einen miteinander parallelen Verlauf, sodaß bei der Schilderung keine Trennung der beiden Reihen vorgenommen zu werden braucht. Vom Januar an nimmt die Häufigkeit stetig ab bis zum Mai, wo sie ihr Minimum erreicht, und bleibt dann bis zum Juli inkl. so ziemlich gleich; vom Monat August ab wächst sie wieder bis zum Maximum im November, während der December durch ein erhebliches Zurückgehen ausgezeichnet ist. Es fällt also das Maximum der Häufigkeit auf den November bezw. Oktober und ein sekundäres auf den Januar, wohingegen die Monate Mai, Juni und Juli ein Minimum aufweisen, mit andern Worten: die kalte Jahreszeit (September bis Februar), und zwar besonders der Herbst wird durch die meisten Fälle ausgezeichnet, nämlich 17.2%, während die warme (März bis August) nur mit 7.8% betheiligt ist. Bezüglich der Bevorzugung der einzelnen Tageszeiten ergiebt sich, daß im Jahresverlaufe die meisten Beobachtungen auf den Morgentermin entfallen, nämlich 33 im Mittel, worauf der Abendtermin mit 24, und endlich der Mittagstermin mit 5 folgt; für die einzelnen Jahreszeiten gilt dieselbe Reihenfolge.

Auch für unsere Gegend ist die Thatsache nachgewiesen, daß sich die Tage mit Temperaturumkehr manchmal zu längern oder kürzern Perioden an einander reihen; naturgemäß sind die kürzern häufiger vertreten als die längern. Letztere seien hier mit Datum angeführt; es dauerte nämlich:

---

[7]) Genauere Angaben hierüber findet man in Schjerning: „Aachen und seine Umgebung". Eine geographische Skizze. Wissenschaftliche Beilage zum Jahresberichte des Königl. Kaiser Wilhelms-Gymnasiums zu Aachen, Ostern 1895, Aachen 1895, sowie in der „Festschrift zur 72. Versammlnng Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Aachen 1900".

Digitized by Google

eine	7	tägige	Periode	vom	11.	bis	17.	März	1899
„	7	„	„	„	17.	„	23.	Oktober	1899
„	8	„	„	„	7.	„	14.	November	1898
„	9	„	„	„	3.	„	11.	Januar	1897
„	17	„	„	„	25. Oktober	„	10.	November	1897

Einen weitern Einblick gewährt die Gruppierung nach Stufen, die je 1° umfassen, und die Auszählung der Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Stufen. Wie nicht anders zu erwarten, liegen die meisten Häufigkeitsfälle bei den niedrigsten Stufen, sodaß im Jahresverlaufe die beiden ersten (0.1° bis 2.0°) nahezu 2 Drittel aller Fälle ausmachen, die höhern hingegen, die mehr als 5.0° betragen, nur etwa 1 Zwanzigstel. An diesen höhern Stufen ist der Herbst mit durchschnittlich 1.4 Fällen am stärksten betheiligt, wohingegen das Frühjahr nur 0.5, und der Sommer endlich gar keinen Fall aufweist. Während nun aber im Winter das Maximum auf die zweitniedrigste Stufe (1 1° bis 2.0°) fällt, umfaßt es in den übrigen Jahreszeiten die niedrigste (0.1° bis 1.0°). Scheidet man auch hier wieder die drei Beobachtungstermine von einander, so erhält man keine wesentlich neuen Resultate.

Ihren höchsten Betrag erreichte die Temperaturumkehr mit der Höhe am 17. Januar 1898 um 7 a mit 8.7°.

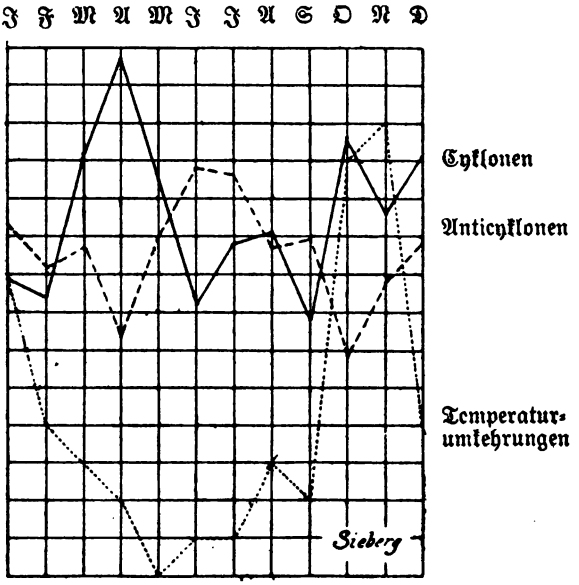


Fig. 1.
Häufigkeit der Cyklonen, Anticyklonen und Temperaturumkehrungen mit der Höhe für Aachen.

Nunmehr wollen wir untersuchen, welche unter den meteorologischen Elementen an dem Zustandekommen der Temperaturumkehr mit der Höhe betheiligt sind, und da werden wir sehen, daß sie eine Funktion des Luftdruckes ist. Wendet man zunächst seine Aufmerksamkeit der Luftdruckvertheilung im Allgemeinen zu, so findet man, wie obenstehende graphische Darstellung zeigt, keinen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Temperaturumkehrungen einerseits und der Häufigkeit der Cyklonen und Anticyklonen für Aachen [8]) ander-

[8]) Polis: „Die Strömungen der Luft in den barometrischen Minima und Maxima, ein Beitrag zur Theorie der Cyklonen und Anticyklonen". Inaugural-Dissertation. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte 1899, Bd. XXII, Nr. 2. Tab. 2b.

Digitized by Google

seits. Anders gestaltet sich die Sache aber, wenn man die Luftdruckverhältnisse der einzelnen Tage, an denen eine Temperaturumkehr festgestellt wurde, einer Prüfung unterwirft. Hierbei zeigt sich, daß, wie auch in den vorhin erwähnten Arbeiten betont wird, unsere Gegend bei einem solchen Falle fast ausnahmslos unter dem Einflusse hohen Luftdruckes stand, während von den beobachteten 179 Tagen nur 14, d. i. 7.8%, der Herrschaft einer Depression unterworfen waren. Wegen dieser verschwindend kleinen Anzahl der Tage mit cyklonalem Einflusse ist eine Diskussion dieser Fälle überhaupt nicht angängig, und deshalb brauchen wir auch nur die Lagen der Anticyklonen zu berücksichtigen.

Im vierjährigen Mittel 1896—99 trat die Temperaturumkehr mit der Höhe am häufigsten, nämlich 17.0 mal, dann auf, wenn der Kern eines Hochdruckgebietes gerade unsere Gegend bedeckte. War derselbe jedoch außerhalb, so zeigte sich diese Erscheinung vorzugsweise bei östlicher bis nördlicher Lage, während die übrigen Himmelsrichtungen minder bevorzugt waren, und zwar am wenigsten der Südwesten, der nur 0.5 mal in Betracht kam. Auch während der einzelnen Jahreszeiten treffen wir annähernd dieselben Verhältnisse an.

Des weitern sei hier gezeigt, wie sich das wechselseitige Verhalten der in Betracht kommenden 4 meteorologischen Elemente gestaltet. Zu diesem Zwecke wurden von den beiden Stationen Aachen und Aussichtsthurm die jährlichen und jahreszeitlichen Mittelwerthe von Luftdruck, relativer Feuchtigkeit, Bewölkung und Windstärke gebildet, und zwar sowohl der Tage, an denen die Temperaturumkehr beobachtet wurde, als auch des jedesmal vorhergehenden.

Am Tage vorher.

Station	Seehöhe	Luftdruck mm			Relative Feuchtigkeit %			Bewölkung 0—10			Windstärke 0—12		
	m	7a	2p	9p	7a	2p	9p	7a	2p	9p	7a	2p	9p
Aachen	169	50.5	50.2	50.5	82	60	75	4	4	2	2	3	2
Aussichtsthurm	358				82	64	77				2	2	
△ Aachen-Aussichtsthurm	189				0	+4	+2				0	—1	

Am Tage selbst.

Station	Seehöhe	Luftdruck mm			Relative Feuchtigkeit %			Bewölkung 0—10			Windstärke 0—12		
	m	7a	2p	9p	7a	2p	9p	7a	2p	9p	7a	2p	9p
Aachen	169	51.2	49.5	50.3	86	58	77	3	3	3	1	2	2
Aussichtsthurm	358				75	61	74				2	2	
△ Aachen-Aussichtsthurm	189				—11	+3	—3				+1	0	

Vorstehende Tabelle enthält diese Werthe für das Jahr, die auch in Figur 2 graphisch dargestellt sind; des Vergleiches halber wurden auch noch die Häufigkeitskurven in letztere eingetragen.

Digitized by Google

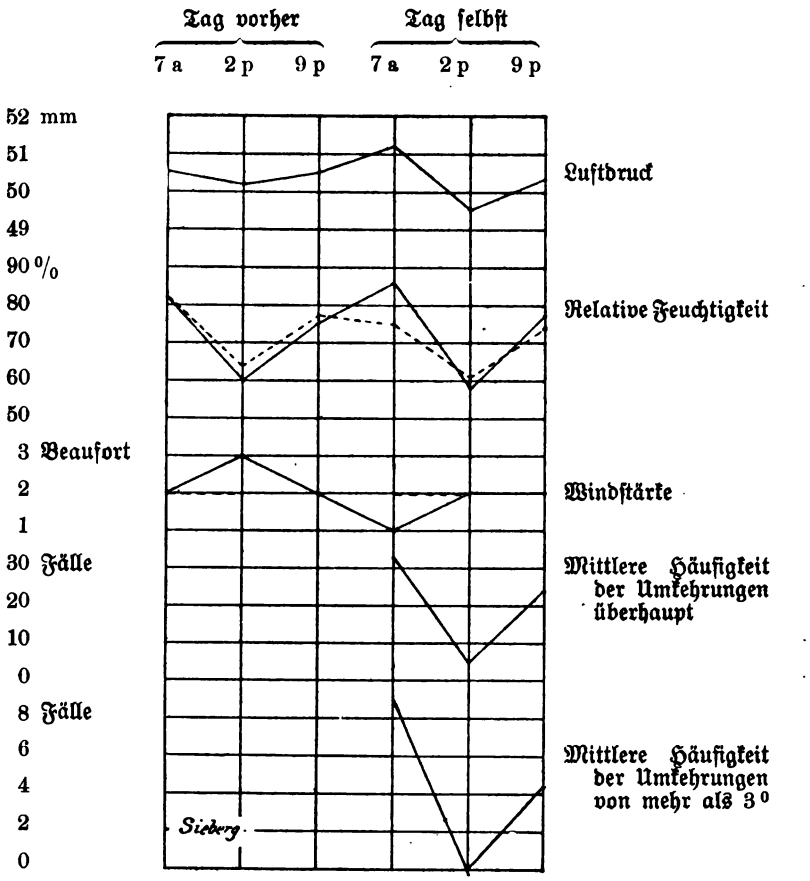


Fig. 2.

——— Aachen.
..... Aussichtsthurm.

Fassen wir die Wechselwirkungen dieser verschiedenen Elemente zusammen, so gelangen wir auch für die verhältnismäßig nur geringe Höhenunterschiede aufweisende Aachener Gegend zu folgender Erklärung der Temperaturumkehr mit der Höhe: Dieselbe ist eine Begleiterscheinung hohen Luftdruckes und tritt hauptsächlich dann ein, wenn der Kern eines Maximums mitten über oder östlich von uns liegt. Unter dem Einflusse eines Hochdruckgebietes befindet sich die Luft bekanntlich in einer absteigenden Bewegung, wobei sie unter stets zunehmenden Druck kommt, was Erwärmung zur Folge hat. Hiermit ist aber eine Abnahme der relativen Feuchtigkeit verbunden, wodurch die Wolken- und Nebelbildung verringert wird. Der heitere Himmel begünstigt nun tagsüber die Einstrahlung, nachts aber auch die Ausstrahlung. Daher kühlen sich während der Nacht die dicht über dem Erdboden liegenden Luftmassen stark ab, gleiten dann in Folge ihres größeren spezifischen Gewichtes an den Hängen des Aachener Waldes hinab und bedecken die Sohle des Thalkessels, während die höher gelegenen Orte noch in die warme Luftschicht hineinragen. Im Laufe des Tages senkt sich zwar in Folge der Einstrahlung die Oberfläche der kalten Luftschicht,

Digitized by Google

um dann gegen Abend mit der Zunahme der Ausstrahlung wieder anzusteigen. Hieraus erklärt sich auch der Umstand, daß das Maximum sowohl der Häufigkeit, als auch der Stärke der Temperaturumkehrungen mit der Höhe auf den Morgen, und das Minimum auf den Mittag entfällt, worauf mit Annäherung der Nacht beides wieder zunimmt.

Die vorliegende Untersuchung zeigt also kurz folgendes: „Auch die niederen Gebirgslagen weisen die Temperaturumkehr mit der Höhe auf, wie dies das Beispiel von Aachen und dem nur 189 m höher gelegenen Aussichtsthurm erkennen läßt. Diese Erscheinung ist eine Funktion des Luftdruckes und tritt fast ausschließlich unter der Herrschaft einer Anticyklone auf; dabei bevorzugt sie hauptsächlich eine centrale oder aber eine östliche Lage des Kernes. Am häufigsten kommt sie in der kalten Jahreszeit, besonders im Herbst vor; hierbei ist bezüglich der Tageszeiten zu bemerken, daß das Maximum morgens und das Minimum mittags verzeichnet wird, worauf wieder eine Zunahme erfolgt. Die geringsten Beträge der Temperaturumkehr sind natürlich die häufigsten, und auch hier wiegt die Bevorzugung des Morgens bezw. Abends gegenüber dem Mittag vor".

Winterbilder vom Brocken.

Auszug aus einem Vortrage, gehalten auf der Wanderversammlung des Thüringisch-Sächsischen Vereins für Erdkunde auf dem Brocken am 17. September 1899 von Dr. H. Stade in Berlin.

(Schluß.)

Oft genug bricht unter der Last von Eis und Schnee ein Ast oder auch, wenn in Folge langer Andauer einer und derselben Windrichtung die eine Seite besonders beschwert wurde, ein ganzer Baum; bei den auf der Kuppe stehenden, stark verkrüppelten Exemplaren erfolgt dieses aus naheliegenden Gründen immer nach der dem Winde abgewendeten Seite: ihnen sind nämlich auf der Windseite die Äste geraubt, nicht durch Rauhreif- und Schneebelastung und dadurch verursachten Eis- und Schneebruch, weil man in diesem Falle die vernarbten Wunden am Stamm sehen müßte, sondern zweifellos in der Weise, daß schon die jungen Triebe durch die von starken Winden dagegen getriebenen Schnee- und Eiskörner abgestoßen worden sind; die in Folge dieser einseitigen Entwicklung der Äste den Bäumen verliehene ganz eigenartige sogenannte Fahnenstruktur bedingt nun, gleichviel von welcher Richtung der Rauhreif sich ansetzt, stets eine einseitige Belastung, als deren Folge bei all diesen Bäumen, welche man überall auf der Brockenkuppe, besonders aber auf der Seite der vorherrschenden Winde, Südwest und West, sehen kann, eine stark ausgesprochene Neigung des Stammes (nach Nordosten oder Osten hin) deutlich in die Augen springt. Bei diesen Bäumen also, bei welchen sich der Schwerpunkt schon von vornherein seitlich des Stammes befindet, liegt die Gefahr des Abbrechens durch die ihnen aufgebürdeten gewaltigen Eis- und Schneemassen sehr nahe, wenn letzteren nicht eine anderweitige Stütze gewährt wird.

Dieses Letztere nun ist häufig dann der Fall, wenn auf kalte, trübe Tage, in denen sich die Bäume mit Rauhreif bedeckt haben, Thauwetter oder warmer Sonnenschein folgt; an den herabhängenden Spitzen der vereisten Zweige gefriert das von denselben hernieder thauende Wasser wiederum zu Eisstalaktiten, welche, schnell länger werdend, allmählich die Äste unter einander und mit dem Erdboden verbinden und dem Ganzen einen kräftigen Halt gewähren, zumal wenn durch erneuten seitlichen Rauhreifansatz dem Ganzen noch ein festeres Gefüge

Digitized by Google

verliehen wird. Füllen sich dann die noch vorhandenen Zwischenräume durch weiteren Rauhreifansatz aus, und lagert sich eine Schicht Schnee darüber, so wird aus der schlanken Fichte ein scheinbar massiver Eisklotz, aus dessen bizarren Formen, mit dem leewärts geneigten Wipfel, eine lebhafte Phantasie alle möglichen Gegenstände, insbesondere Thierformen herauszudeuten vermag. Am Fußweg nach Schierke, oberhalb des Eckerlochs, finden wir hochgewachsene, allseitig wohlentwickelte Bäume, deren untere Äste, bereits im Sommer in Folge der starken Belastung, welcher sie regelmäßig im Winter ausgesetzt sind, trauerweidenartig bis fast zum Boden herunterhängend, im Winter durch Rauhreif und Schnee in einen massiven Eismantel verwandelt werden, welcher, dem Erdboden wie ein Kegel aufliegend, dem rastenden Wanderer den denkbar besten Schutz gegen Wind und Wetter gewährt.

Grundverschieden von der eben beschriebenen ist eine andere Form des Anhanges, welche sich in den nicht seltenen Fällen bildet, wenn bei starkem Frost die in der Luft suspendirten Wassertröpfchen so groß sind, daß sie vor dem Gefrieren noch Zeit haben, um aus einander zu fließen. In solchen Fällen setzen sich nicht Eiskügelchen perlschnurartig an einander, sondern aus den übereinander gefrierenden dünnen Wasserschichten entsteht ein klares, vollkommen durchsichtiges Eis. An der Windseite nur fadendicker trockner Grashalme erzeugt dasselbe eine oft mehrere Centimeter breite, krystallklare, scharfrandige Eisleiste, welche einem krummen Säbel nicht unähnlich ist, der Erdboden überzieht sich, wie auch Hauswände, Felsblöcke und Telegraphenpfähle, mit einer dicken Glatteisschicht, welche ein Passiren der zur Brockenkuppe führenden Wege, insbesondere der steilen Fußwege, ohne Eissporen oder Steigeisen geradezu unmöglich macht, den Fichten aber sind diese massiven und deshalb sehr schweren Eismassen ein gefährlicher Feind, und zahlreich sind unter den geschilderten Witterungsverhältnissen die durch Eisbruch verursachten Schäden. Außer aus überkalteten Nebeltröpfchen, der Vorstufe des eigentlichen Rauhreifes, kann diese Form des Anhanges übrigens, wie ich es in nicht wenigen Fällen deutlich beobachtet habe, auch aus Regentropfen gebildet werden, welche, aus einem höheren, über 0° temperirten, regnenden Luftstrom in einen solchen mit strengen Frosttemperaturen herabfallend, beim Aufprallen auf die unter den Gefrierpunkt abgekühlten Gegenstände zu massivem Eis erstarren.

Sehen wir, in wie ausgedehntem Maße die geographische Lage und besondere orographische Beschaffenheit des Brockens die Bildung von Kondensationsprodukten wie Nebelwolken und Rauhreif begünstigen, so muß die verhältnismäßig geringe Schneehäufigkeit wundernehmen; denn ist schon die Zahl der Tage mit Schneefall nicht unerheblich geringer als die der winterlichen Nebeltage, 48 gegen 80, so bleibt die Zahl der Stunden mit Schneefall — durchschnittlich 5 am Tage — hinter der Zahl der Stunden, in denen im Winter der Brocken umwölkt ist — 14 — ganz bedeutend zurück; häufig verhüllt bei strengstem Frost tagelang dichtes Nebelgewölk seine Kuppe, ohne daß daselbst nur eine einzige Schneeflocke fällt, eine Erscheinung, welche wir noch nicht zu erklären vermögen, weil wir trotz genauester Kenntnis der Formen der Schneekrystalle, welche übrigens auf dem Brocken nichts Eigenthümliches bieten, über die Bedingungen ihrer Entstehung nichts Bestimmtes wissen.

In der Regel ist auf dem Brocken Schneefall von starken bis stürmischen Winden begleitet, und die Ablagerung des Schnees kann deshalb nicht so gleichmäßig wie im Tieflande erfolgen; vielmehr wird derselbe über die der vollen Gewalt des Windes frei ausgesetzten Flächen hinweggetrieben, um an geschützten Stellen in abnorm vergrößerter Mächtigkeit aufgehäuft zu werden. Wäre der

Digitized by Google

Brockengipfel eine ebene, glatte Fläche, so würde wohl keine Schneeflocke auf demselben abgelagert bleiben; da indessen jeder noch so kleine Körper ein Hemmnis bildet, welches zur Abschwächung der Luftbewegung und zum Sinken der vom Winde mitgeführten Schneeflocken Anlaß giebt, so wird sich schon an jeder von niedrigem Moos oder Gras bewachsenen Stelle ein wenig Schnee ablagern; wo aber ein höherer Gegenstand, ein Stein, ein Busch, ein Haus dem schneetreibenden Wind im Wege liegt, da wird er die Luft vor sich stauen, so daß eine größere Menge des mitgeführten Schnees vor demselben niederfällt, und der so gebildete Schneehügel wächst immer weiter und kann schließlich zur Höhe des betreffenden Gegenstandes, also selbst bis zu Haushöhe emporwachsen. Nur unmittelbar an der vom Winde getroffenen Seite dieses Gegenstandes, beispielsweise eines Hauses, wo die aufprallende Luft gestaut und jäh nach unten abgelenkt wird, um vom Erdboden aus in scharfer Biegung wieder aufzusteigen und von dem herrschenden Winde mit fortgerissen zu werden, pflegt zunächst durch diesen beständigen Wirbel eine schmale Rinne frei gehalten zu werden, so daß der Schneehügel genau die Gestalt einer echten Düne annimmt, welche auf der Luvseite sanft emporsteigt, um auf der Leeseite steil abzufallen.

Von gleicher Form, jedoch in der Richtung entgegengesetzt (also symmetrisch) sind nun die Schneeablagerungen auf der Leeseite; hier gelangen die vom Winde über das Dach getriebenen Schneemassen plötzlich in einen mehr oder weniger windstillen Raum, welcher unmittelbar hinter der rückwärtigen Hauswand seine größte vertikale Ausdehnung, nämlich bis zur Höhe des Daches, erreicht, um leewärts sich allmählich zu verjüngen. Je größer die vertikale Ausdehnung dieses „windstillen Raumes", desto ruhiger ist gleichzeitig die Luft am Erdboden, und desto mächtiger in Folge dessen die Ablagerungen, welche die im Schutz des Hauses vermöge ihrer Schwere niedersinkenden Schneemassen bilden. Dieselben werden also an der rückwärtigen Hauswand am höchsten und können sich bei genügender Dauer des Schneefalls bis zur Höhe des Daches auftürmen, worauf dann leewärts, gleichwie auf der Windseite luvwärts, ein allmählicher Abfall stattfindet. Nur unmittelbar an der Hauswand wird auch auf der Leeseite durch einen Wirbel, der in diesem Falle durch die saugende Wirkung des das Dach überwehenden Windes hervorgerufen wird, eine schmale Rinne schneefrei gehalten.

Indem nun die auf der Windseite gebildete Schneedüne hinter sich wiederum einen windstillen Raum schafft, kann die anfänglich vorhandene schneefreie Rinne bis zur Höhe des Dünenkammes, also gegebenen Falles bis zur Höhe des Daches ausgefüllt werden, und da bei einer Drehung des Windes um 180 Grad die Ablagerung auf der Leeseite dieselbe Rolle übernimmt wie die eigentliche Düne, so kann unter Umständen das ganze Haus im Schnee verschwinden, und thatsächlich habe ich nach einem lang andauernden Schneesturm im Januar einmal bequem über die Schneedüne auf das Dach des Brockenhauses steigen und auf der Leeseite ebenso bequem wieder absteigen können. In derartigen Fällen wird nicht selten die Hausthür bis oben hinan verschüttet; oft genug habe ich mir, und zwar mehrere Male an einem Tage, um durch die Hausthür in's Freie zu gelangen, mit vieler Mühe einen Gang durch die der Hauswand angelagerten Schneemassen schaufeln müssen, und an einem Apriltage des Jahres 1898 konnte ich, nachdem ich bei beginnendem Schneesturm aus Nordost nachmittags bequem das Haus durch die offene Thür verlassen hatte, gegen Abend nur dadurch wieder in dasselbe hineingelangen, daß ich von der Schneemauer, welche Hauswand und Hausthür bis zur Höhe von $2^1/_2$ m bedeckte, mit Hilfe einer hohen Stehleiter in den Hausflur hinabkletterte.

Digitized by Google

Werden die Schneedünen, wie wir wegen der durchaus analogen Form auch die Ablagerungen auf der Leeseite nennen können, an ihrer Oberfläche durch kurzen Wechsel von Thau- und Frosttemperaturen, durch Rauhreifansatz oder die mechanische Einwirkung des Windes gehärtet, so können sie bis spät in's Frühjahr hinein, trotz anhaltenden Thauwetters, das Haus in wenig verminderter Mächtigkeit umlagern. Dreht sich aber während eines Schneesturmes der Wind z. B. um 90 Grad, so daß er nun der Düne oder vielmehr dem symmetrischen Dünenpaar so zu sagen in die Flanke geräth, so verschwinden oft in kürzester Zeit die mächtigsten Ablagerungen, bezw. sie verlagern sich auf die andere Seite des Hauses, und an einem Januartage, an welchem binnen 24 Stunden der Wind — bei ununterbrochenem Schneefall — eine volle Drehung um 360 Grad ausführte, habe ich beobachtet, wie gleichzeitig das Dünenpaar einmal ganz, in demselben Sinne, um das Haus herumwanderte.

An solchen Tagen thut man gut, sich nicht zu weit vom Hause zu entfernen; wehe aber dem einsamen Wandrer, der vorzeitig erschöpft vom Schneesturm überrascht wird: wie glühende Nadeln peitscht ihm der Sturm die Schneeflocken in das Gesicht, so daß ihm im wahrsten Sinne des Wortes Hören und Sehen vergehen, der Athem stockt, alle Sinne sich verwirren, und nicht wenige Fälle sind mir aus eigener Erfahrung bekannt, in denen erprobte, durchaus ortskundige Bergsteiger, denen der rasende Schneesturm die Glieder erstarrt, die Sinne verwirrt, die Willenskraft gelähmt hatte, nur mit Mühe dem Tode des Erfrierens entgangen sind. Ich selbst bin an einem Januarabend, bei schwerem Schneesturm aus Nordost an der Ostseite des Hauses durch tiefen frischgefallenen Schnee watend, dem gleichen Schicksal wohl nur dadurch entronnen, daß ich in beginnendem Ohnmachtsanfall gegen die zum Glück unverschlossene Hausthür des Gasthauses taumelte, und an einem anderen Winterabend habe ich bei gleichen Witterungsverhältnissen zu dem Wege von der Hausthür des Observatoriums nach dem 20 Meter nordwestlich von demselben stehenden Schneemesser etwa eine Stunde gebraucht; man verliert eben in dem sinnverwirrenden Schneesturm beständig die Orientirung und kommt überdies in dem tiefen weichen, frischgefallenen Schnee nur langsam und mit Mühe von der Stelle.

Unschätzbare Dienste leistet bei jeder Schneewanderung, insbesondere aber auf frischgefallenem lockeren Schnee, der Schneeschuh, und zwar sowohl der runde Schneereifen wie auch der norwegische Ski. Indem man das Körpergewicht auf eine größere Fläche vertheilt, schreitet man selbst über ziemlich weichen Schnee, ohne tief einzusinken, verhältnismäßig bequem hinweg, und da es eben das Durchwaten des lockeren Schnees ist, welches den Fußwanderer im Winter so außerordentlich anstrengt und vorzeitig erschöpft, so begreift man, wie außerordentlich die Benutzung des Schneeschuhes die Besteigung des Brockens erleichtert, und daß eben nur die auf Aßmanns Anregung erfolgte Einführung des noch vor 15 Jahren im Harz fast unbekannten Geräths winterliche Fußreisen durch's Gebirge volksthümlich machen konnte. Während der Anfänger wenigstens auf steilen Wegen mit größerem Vortheil den Reifen benutzt, so ist der norwegische Ski am Fuß des Geübten ein geradezu unvergleichliches Beförderungsmittel; denn wenn er schon, bei richtigem Gebrauch des Skis sowie des dazu gehörigen Doppelstockes, die steilsten Fußwege ebenso schnell und bequem wie im Sommer auf schneefreiem Boden ersteigt, so erreicht er, auf der Schneefläche bergab gleitend, die sechsfache Geschwindigkeit eines rüstigen Fußgängers auf ebenem schneefreien Wege. Ich selbst habe unter sorgfältiger Benutzung des beständigen und stellenweise nicht unbedeutenden Gefälles den 6 Kilometer langen Fußweg durch das Eckerloch nach Schierke bei günstigen Schneeverhältnissen

Digitized by Google

wiederholt in 15 Minuten zurückgelegt, was der gegenüber einem Fußgänger recht beachtenswerthen Geschwindigkeit von fast 7 Metern in der Sekunde entspricht. Freilich darf man bei solchen „Rutschpartien" kaum eine Sekunde die Augen vom Wege und von den Schneeschuhspitzen abwenden, wenn man nicht zu Falle kommen und Gefahr laufen will, sich Hals und Beine zu zerbrechen, und manche gar unsanfte Berührung giebt es bei der sausenden Fahrt über die mehrere Fuß hoch von Schnee bedeckten engen und gebogenen Fußwege mit den schnee- und eisbeladenen, tief herabhängenden Fichtenzweigen.

Trotz der durch den Schneeschuh in beiderlei Form gebotenen Erleichterung bleibt eine Besteigung des Brockengipfels im Winter immerhin eine der anstrengendsten Bergwanderungen, und es ist daher mit Freude zu begrüßen, daß die neuerbaute Brockenbahn auch den weniger rüstigen Freunden unseres schönen Gebirges die Möglichkeit gewährt, sich an der Pracht und Majestät des Brockens im Winterkleide zu erfreuen. Aber selbst für den verwöhnten Hochgebirgswanderer ist eine winterliche Bahnfahrt nach dem Brockengipfel nicht ohne Reiz, wenn der Schneepflug vor der Maschine Schnee und Eis in gewaltigen Schollen rechts und links zur Seite wirft und an windgeschützten Stellen, wo Ablagerungen von 3—4 m Mächtigkeit durchbrochen werden müssen, Schneemassen das Dach der Lokomotive und der Wagen bedecken und zwischen hohen Schneemauern der Zug wie in einem Tunnel dahinfährt.

Nicht minder reizvoll als die Schnee- und Rauhreifmassen, mit denen der Brocken im Winter sein kahles Haupt zu bedecken pflegt, sind jene Bildungen aus massivem Eis, zu denen das Wasser der hier entspringenden Flüsse in ihren obersten, steil abfallenden Thalabschnitten bei starkem Froste zu erstarren pflegt, jene märchenhaft schönen Eiskaskaden, bei deren Anblick, z. B. im oberen Holtemme- („Steinerne Renne") oder im Schluftbodethal, der Wanderer den Eindruck empfängt, als sei der Wasserfall plötzlich gefroren; und thatsächlich ist er in seiner ursprünglichen Form zu Eis erstarrt, wenn auch durch allmähliches Gefrieren, und zwar von unten aus; da nämlich der Granit den Aenderungen der Temperatur schneller folgt als das Wasser, auch den Wirkungen der Wärmeausstrahlung in hohem Maße unterliegt, so werden nach eingetretenem Frostwetter die zu Tage liegenden Felspartieen und durch Leitung auch die vom Wasser überströmten Theile schneller unter den Gefrierpunkt abgekühlt als das Wasser selbst; durch Berührung mit der kalten Gesteinsfläche setzt das letztere nun zunächst unmittelbar auf den Fels eine Eisschicht auf, deren Oberfläche nun die Rolle der kalten Gesteinsfläche übernimmt, und indem diese kalte Fläche sich beständig weiter vorschiebt, erstarrt allmählich das darüber rieselnde Wasser zu breiten Eisstalaktiten, welche sich nach unten beständig verlängern, bis sie den darunter liegenden Fels oder das darauf aufgefrorene Eis erreichen; ist dann alles Wasser gefroren, dann macht das Ganze thatsächlich den Eindruck eines plötzlich erstarrten Wasserfalls.

Der Brocken im Wintergewande zeigt Bilder, welche in ihrer Eigenart und majestätischen Pracht den Vergleich mit den Wundern der alpinen Gletscherwelt und der Polargegenden nicht zu scheuen brauchen, und seitdem die Kunde davon — nicht zum wenigsten durch die regelmäßigen meteorologischen Zeitungsberichte — in weitere Kreise gedrungen ist, hat er sich eine große Zahl neuer Freunde erworben, welche sich gewöhnt haben, ihm gerade mitten im harten Winter ihre regelmäßigen Besuche abzustatten, insbesondere in den Weihnachts-, an dem Sylvester- und Neujahrstage, welche regelmäßig eine beträchtliche Anzahl fröhlicher Bergsteiger auf seinem Gipfel zusammenführen.

Digitized by Google

Der verheerende Sturm vom 6. December 1900 in Köln und Umgebung.

Von Hugo Garthe in Köln a. Rh.

In der Nacht vom 5. auf den 6. December richtete ein orkanartiger Sturm, während dessen das Barometer bis auf 744,9 mm herunterging, und die Temperatur zwischen 7—11 Grad Celsius schwankte, in der Stadt und deren näherer und weiterer Umgebung recht bedeutenden Schaden an, raubte Manchem den Schlaf und führte verschiedene Unglücksfälle herbei. Bis gegen Mitternacht hatte es in Strömen geregnet, der Himmel wurde dann wieder klar und gegen $1^1/_2$ Uhr nachts bemerkte man in den höheren Luftschichten ein unheimliches Heulen und Tosen, bis sich gegen 2 Uhr dann auch ein starker Nordweststurm erhob, der an Fensterläden und Thüren rüttelte, von den Dächern Schiefer und Ziegel herunterriß, zahlreiche Glasscheiben zertrümmerte und in verschiedenen Anlagen große Verwüstungen anrichtete. Das Unwetter wurde immer heftiger, erreichte zwischen 6 und $6^1/_2$ Uhr seinen Höhepunkt und nahm dann bis zum Tagesanbruch allmählich ab. In den Frühstunden sah man die Straßen mit abgerissenen Ästen, Stücken von Bretterzäunen, Dachrinnen, Steinen, Schiefern, umgeworfenen Laternen und vielen anderen Gegenständen, welche der Wind weggeweht hatte, bedeckt. Besonders arg wurden in der Stadt selbst die dem Sturm ausgesetzten Stellen mitgenommen. Zahlreiche, besonders gläserne, Firmenschilder wurden durch die Wucht des Sturmes heruntergerissen, zum Theil eingedrückt. Auf den nach den Vororten führenden Straßen, wie auf der Landstraße nach Frechen, im Parke des Hauses Weyerthal, auf der Aachenerstraße bei Müngersdorf und auf der Riehlerstraße, wurden dicke Bäume vollständig entwurzelt. Mit welcher Wucht der orkanartige Sturm vor allen Dingen in der Neustadt gewüthet hat, kann man an den vielen theils sehr erheblichen Schäden an den Häusern in der Ringstraße und deren Querstraßen wahrnehmen, wo an vielen Stellen schwere Zinkornamente abgerissen, auf die Straße geworfen und zum Theil gänzlich verbogen wurden, so am Hansaring, Kaiser Wilhelmring, Hohenzollernring und Brüsselerstraße. In gefahrdrohender Weise hing eins der Zinkornamente an der Ecke der Palmstraße und Hohenzollernring über dem Dachfirst, so daß die Feuerwehr zur Beseitigung der Gefahr alarmirt werden mußte. Auch in zahlreichen anderen Fällen mußte die genannte Wehr zu Hülfe gerufen werden, wie in der Drususgasse, Eifelstraße, Hohenzollernring und Dasselstraße, wo ganze Dächer von den Häusern weggeweht wurden. Ferner wurde ein großer Theil des Daches an dem Neubau des Alexianerkrankenhauses an der Bachemerstraße abgedeckt; an zahlreichen Neubauten in der Neustadt waren dieselben Schäden zu beobachten. In der Lübeckerstraße wurde durch einen von einem Neubau herabgewehten Ziegelstein ein Dienstmädchen auf den Kopf getroffen und sehr schwer verletzt. Am Zuckerberg und in der Merlostraße haben vielfach Neubauten Schaden gelitten, in letzterer wurde ein etwa 8 m hoher Kamin weggefegt und auf das Dach eines Nebenhauses geworfen, welches er durchschlug. Zum Glück hatten die Bewohner der Mansardenzimmer diese wenige Minuten vorher verlassen und entgingen so einem Unfall. Am Karthäuserwall wurde ebenfalls ein Schornstein durch den Sturm umgeweht; derselbe durchschlug im Fallen das Dach des Hauses und das des Nebenhauses. Am Trutzenberg wurde an einem im Rohbau nahezu vollendeten Hause die linke Seitenmauer herausgedrückt, so daß dieselbe durch die bald zur Stelle geeilten Mannschaften der Berufsfeuerwehr abgetragen werden mußte. In der Aquinostraße gerieth ebenfalls eine Mauer aus dem Loth und die obere Ecke der Hintermauer stürzte herab. In der Bismarckstraße kam ein Giebel bedenklich ins Wanken; auch wird berichtet, daß

Digitized by Google

die Thurmspitze der Christuskirche nicht mehr ganz gerade stehe. Auf dem Karolingerring wehte der Sturm das Dach eines Hinterhauses zum größten Theile weg. Ein böses Spiel trieb der heftige Wind auch mit den Mülleimern, so daß manche derselben in der Ringstraße hoch in die Luft gewirbelt und etwa 30—40 m weit fortgeschleudert wurden. Im Stadtgarten hauste der Orkan recht schlimm und entwurzelte zwei starke Kiefern und sechs große Akazienbäume. In den jüngeren Anlagen der Stadt wurden die Bäumchen vielfach von den Stützen gerissen. Bei dem Unwetter waren die Leute, die in der Frühe zur Arbeit gehen mußten, zu bedauern, ebenso die Bäckerjungen, denen vielfach die Körbe weggerissen wurden. Verschiedene Passanten der Straßen wurden am frühen Morgen von Stücken von Dachrinnen und Zinkornamenten, herabgewehten Ziegeln glücklicherweise nur unbedeutend verletzt. Auf dem Güterbahnhof Gereon wurde durch den Sturm ein Güterwagen in Bewegung gesetzt, der einen Arbeiter überfuhr und erheblich verletzte. Auf den auf dem Rhein in Köln ankernden Schiffen wurden mehrere Maste umgeweht und abgebrochen. In den Vororten scheint das Unwetter aber die größten Verheerungen angerichtet zu haben, wo die Straßen mit Dachschiefern, Dachziegeln u. s. w. wie besät wären. In Süle in der Luxemburgerstraße stürzte ein im Neubau begriffenes Haus in Folge des Sturmes zum größten Theil ein. Auch in Nippes verursachte der Sturm großen Schaden. So sind die Dächer der Kirchen und Schulen, sowie zahlreicher Wohnhäuser theilweise abgedeckt oder durch herabfallende Kamine durchschlagen worden. Großen Schaden erlitten auch die Glasdächer der Fabriken. Von der zwischen der Escher- und Ossendorferstraße belegenen Goldleistenfabrik von Altmann & Müller wurde das Dach vollständig weggefegt, das Mauerwerk stürzte herab und das Dach flog 60 Meter weit weg auf die Hinterbauten von Häusern an der Escherstraße, so daß die Balken des Daches dort bis in die Zimmer drangen und die Bewohner derselben flüchten mußten. Auch sind in Nippes und Umgegend viele Zäune und Mauern eingestürzt. Auf dem Nippeser Güterbahnhofe wurde der Bahnbetrieb dadurch einige Zeit gestört, daß durch den Sturm eine Stellwerksbude fortgerissen wurde. Auf dem freien Felde wurden vielfach Fruchtbarmen losgerissen und über die Landstraßen verstreut. Der orkanartige Wind hat ferner auch in Ehrenfeld und Umgebung mehr oder minder beträchtlichen Schaden angerichtet. An einem Geschäftshause in der Venloerstraße wurden mehrere große Schaufenster des ersten Stockwerks zerstört. An den Dächern der Volksschulen an der Leyendecker- und Gutenbergstraße hat der Orkan großen Schaden angerichtet. Die freiwillige Feuerwehr mußte an verschiedenen Dächern Theile, die abzustürzen drohten, beseitigen. Auch in Kalk und Umgebung wird über mancherlei Unheil und Verwüstungen durch den Sturm berichtet. Das im vergangenen Sommer bei dem Hagelschlag dem Sturm zum Opfer gefallene und dann wieder vollständig neu hergerichtete Dach der Holzschneiderei der Firma Thomas J. Klump auf dem Höfenberg wurde weggeweht und weit ins Feld geschleudert. Sehr stark mitgenommen wurden die Fabrikdächer von Wippermann, Walter & Co., sowie zahlreiche Dächer und Fenster von Privathäusern. Das Gewächshaus des Gärtners Druxes in Kalk in der Kirchstraße hat starken Schaden gelitten, sowie auch werthvolle Pflanzen. In den Gärten hat der Sturm viele Bäume entwurzelt und sind die Einfriedigungen vielfach umgeweht worden. Mehrere Denkmäler sind auf dem Kirchhofe umgeworfen worden und der Lattenzaun wurde zum großen Theil niedergelegt. Das eiserne Kreuz und der Hahn auf dem katholischen Kirchthurme sind stark verbogen. In den übrigen Vororten hat das Wetter in ähnlicher Weise gewüthet. — In Kalscheuren ist der Er-

Digitized by Google

weiterungsbau des Bahnhofs eingestürzt; von einer Weichenstellerbude, die erst kürzlich neu errichtet wurde, ist das Dach abgerissen und ein als Wartehalle dienender Holzbau umgeworfen worden. Der Eisenbahnbetrieb erfuhr dadurch eine Störung, die aber nach einiger Zeit wieder gehoben werden konnte. Auch die Fernsprechleitungen haben allenthalben ziemlich erheblichen Schaden erlitten. Der Sturm scheint auch in der weiteren Umgebung Kölns erhebliche Verheerungen verursacht zu haben; so wird von Brühl berichtet, daß an einem neugebauten bewohnten Hause in der Mühlengasse das Zinkdach nebst Holzwerk eines zweistöckigen Hinterhauses über das dreistöckige Vorderhaus gegen die gegenüberliegende Gasfabrik geschleudert wurde, bei welcher Gelegenheit auch noch die dort befindlichen Straßenlaternen und Fabrikfenster zertrümmert wurden. Auch sonstige Zink- und andere Dächer wurden stark beschädigt, Bäume entwurzelt und Gartenzäune umgeworfen. Von Landleuten und Arbeitern aus der Vorgebirgsgegend wird erzählt, daß in vielen Orten aus Lehmfachwerk aufgeführte Bauernhäuser theils ganz zerstört, theils schwer beschädigt worden seien. Auch sollen die Ortschaften des Vorgebirges durch den orkanartigen Sturm große Verluste an Baumbestand zu verzeichnen haben. Auf der Landstraße nach Liblar wurden zehn Pappelbäume umgeworfen.

Meteorologische Notizen und Korrespondenzen.

Meteor vom 11. November 1900.

Bei einem Spaziergang am 11. November abends wurde um 8.46 Uhr die Gegend zwischen Mülheim (Ruhr) und Kettwig plötzlich tageshell erleuchtet. Als ich mich umschaute, gewahrte ich eine von Nordost nach Südwest schräg fallende glühende Kugel mit zwei feurigen Schweifen, einem kürzeren und einen längeren. Die Kugelscheibe war so groß, wie die Scheibe der Sonne, sie fiel in einer Entfernung von etwa 500 Meter seitwärts von mir nieder. Als sie sich der Erde näherte, erlosch das herrliche bläulich-grünlich, weißliche Licht, welches an der Scheibe viel schöner war als elektrisches Bogenlicht. Die Schweife hatten röthliches Licht, wie gewöhnliches Gaslicht und aus denselben sprühten Funken, welche ein hörbares Knistern verursachten.

Saarn (Ruhr). Schünzel.

* * *

Meteor. Durch nachstehende Schilderung verfehle ich nicht von einer am 11. November abends wahrgenommenen meteorologischen Erscheinung Kenntnis zu geben.

Ich befand mich etwa 3 km südlich der Station auf der Straße Prüm-Schneifelforsthaus, wo ich eine freie Umsicht hatte. Plötzlich bemerkte ich am Firmament einen helleren Punkt, ähnlich einer Sternschnuppe. Sofort bemerkte ich aber auch das Fallen dieses Punktes senkrecht herunter, wobei es für diesen Augenblick fast tageshell wurde ähnlich dem Lichte einer elektrischen Lampe. Während dieses Fallens sah ich einige Funken abfliegen. Der hellere Punkt hatte ungefähr die Größe einer Kanonenkugel und beschrieb eine gerade Linie. Etwa 40 Sekunden nach dieser Erscheinung vernahm ich einen kurz abgerissenen Knall, einem Kanonenschuß ähnlich. Es hatte den Anschein, als ob dieser hellere Punkt seinen Anfang 150 m (?) westlich des großen Bär genommen hatte. Zeit der Beobachtung 8.15 Uhr p. mitteleuropäischer Zeit. Bewölkung war schwach nach dem West-Horizont. Von einem Gewitter resp. Wetterleuchten konnte ich vor wie nach nichts wahrnehmen.

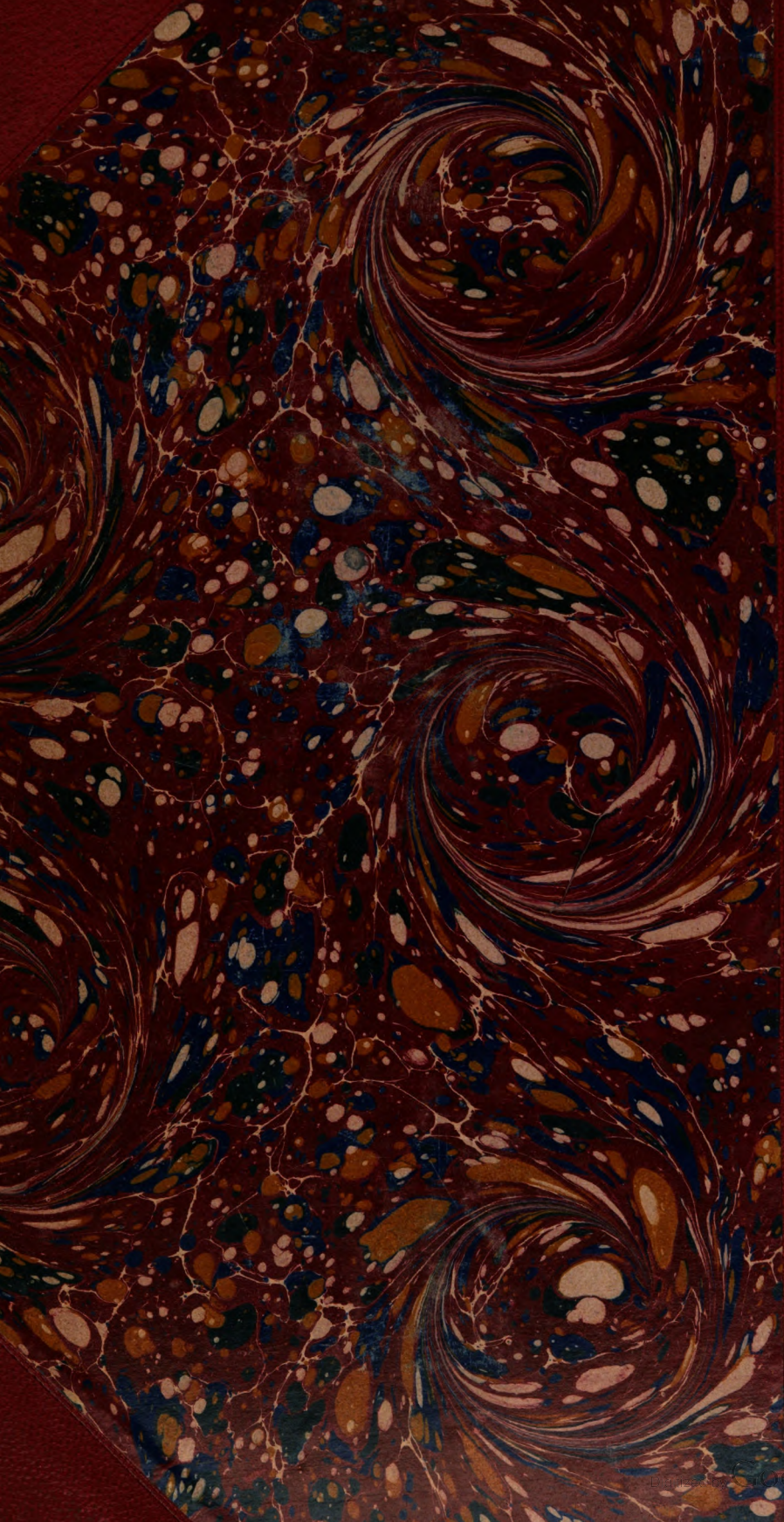
Schneifelforsthaus. Grisar.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google